МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

М. А. Цейтлін, В. Ф. Райко, М. В. Бойко, О. В. Шестопалов

ПРОЕКТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННИХ КОМПЛЕКСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ САПР

Рекомендовано до видання рішенням вченої ради Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»
як навчальний посібник для студентів усіх спеціальностей
вищих технічних закладів

ЗАТВЕРДЖЕНО
редакційно-видавничою
Радою університету,
протокол № 1
від 07.06.2013

Харків

НТУ «ХПІ»

2013

УДК 66.0135(075)
ББК Л 11-5-02

Авторський колектив:
М. А. Цейтлін, професор кафедри хімічної техніки та промислової екології Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;
В. Ф. Райко, професор кафедри охорони праці та навколишнього середовища Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;
М. В. Бойко, доцент, в.о. завідувача кафедри кібернетики хіміко-технологічних процесів Національного технічного університету «Київський політехнічний інститут»;
О. В. Шестопалов, доцент кафедри хімічної техніки та промислової екології Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

Рецензенти:
А. В. Жученко, д-р. техн. наук, проф., Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут»
В. О. Панасенко, д-р. техн. наук, проф., Державний науково-дослідний і проектний інститут основної хімії (ДУ НІОХІМ)

Рекомендовано рішенням вченої ради Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», як навчальний посібник для студентів усіх спеціальностей вищих технічних закладів
протокол № 1 від 07.07.2013

Цейтлін М. А.
Проектування природоохоронних комплексів з використанням САПР : навч. посіб./ М. А. Цейтлін, В. Ф. Райко, М. В. Бойко, О. В. Шестопалов. – Х. : НТУ «ХПІ». 2013. – 224 с.
ISBN 978-966-97289-6-8

У навчальному посібнику розглядаються принципи та методика проектування екологічно безпечних виробництв з використанням САПР; наведено лабораторний практикум: оформлення проектної документації та креслень з використанням САПР. Детально розглянуті всі теми відповідної типової навчальної дисципліни, а також висвітлено ряд додаткових питань та напрямів.

Розраховано на студентів вищих навчальних закладів освіти, аспірантів, викладачів і наукових співробітників, а також спеціалістів, які займаються природоохоронною діяльністю.

УДК 66.0135(075)
ББК Л 11-5-02

ISBN 978-966-97289-6-8

ЗМІСТ

ВСТУП

Будівництво будь-якого підприємства розпочинається з проектування. Проект – сполучна ланка наукової розробки з практикою. Проектуванню часто передують наукові дослідження і дослідно-конструкторські роботи, в процесі яких на експериментальних установках відпрацьовується технологія, деталі апаратів і машин майбутнього підприємства. **Проект – це інформація, яка визначає об'єкт (його будову та стан), що зафіксована на матеріальних носіях і оформлена у встановленому порядку у вигляді сукупності документів (креслення, пояснювальні записки, кошториси та інше).** Проектування, тобто процес створення такого проекту, є предметом дисципліни, якій присвячено цей посібник.

Проектування є складним, трудомістким процесом, що вимагає від фахівця певного обсягу знань, здібностей і творчого підходу і, головне, великих витрат часу. Тому природно виглядають намагання проектувальників формалізувати процес проектування і перекласти його виконання на плечі комп'ютера, тобто **автоматизувати** проектні роботи. Зробити весь процес проектування від початку до кінця цілком **автоматичним** дуже складно, і, мабуть, не потрібно. Але полегшити роботу над окремими етапами проектування у **автоматизованому** режимі, з участю людини-виконавця, реально і перспективно. Цьому сприяє те, що процес проектування має складові, однакові або подібні для всіх проектів, які піддаються формалізації. До них можна віднести взагалі всі розрахункові роботи, задачі аналізу властивостей відомих і синтезу параметрів нових пропонованих систем, оптимізацію структур, параметрів та режимів роботи за одним або за багатьма критеріями, математичне моделювання із метою дослідження властивостей автоматизованих систем у статичних та динамічних режимах, перевірку на моделях працездатності систем у штатних та аварійних режимах, побудову графіків та діаграм, складання звітної технічної документації і таке інше.

Таким чином, автоматизація проектних робіт скорочує шлях від ідеї, або концепції, до виготовлення приладу чи механізму – від тижнів, місяців і навіть років при "ручному" проектуванні та підготовці виробництва до діб, або навіть годин. Декому може здатися, що при автоматизованих процесах створення нової техніки зменшується творча складова участі людини. Навпаки, картина протилежна – від людини, як ніколи раніш, вимагається широка ерудиція, креативність, фантазія, щоб перемогти у конкурентному змаганні із виконавцями інших організацій, також "озброєними" не менш ефективними можливостями.

Далі, після виконання проектних робіт, настає час наступних етапів створення нової техніки, які теж підлягають автоматизації. Це розробка технологічних процесів, підготовка виробництва і, наприкінці, саме виробництво, випуск продукції і її супроводження до користувача, а також робота користувача впродовж терміну експлуатації.

Автоматизація проектування є одним з основних напрямків науково-технічного прогресу. Автоматизація проектування покликана забезпечити виконання зростаючого обсягу проектно-конструкторських робіт у прийнятні терміни за допомогою обмежених людських і матеріальних ресурсів. Автоматизація проектування виникла на основі досягнень конкретних технічних дисциплін, обчислювальної математики й обчислювальної техніки. У конкретних технічних дисциплінах зародилися й одержали розвиток принципи побудови технічних об'єктів, прийоми і типові послідовності виконання проектних задач, системи основних понять, термінів, класифікацій, оцінок проектованих об'єктів. Багато положень, принципи і прийоми традиційного інженерного проектування сумісні з вимогами автоматизації і зробили деякий вплив на методологію сучасного автоматизованого проектування.

Сучасні проектні організації не зможуть вижити в конкуренції, якщо не випускатимуть проекти кращої якості, нижчої вартості і за менший час. Тому вони прагнуть використовувати величезні можливості комп'ютерів, їх високу швидкодію і графічні можливості для того, щоб автоматизувати і пов'язати один з одним завдання проектування і виробництва. Для цієї мети використовуються технології автоматизованого проектування – САПР.

Під системами автоматизованого проектування (САПР) розуміють людино-машинні комплекси, що включають апаратні засоби (ЕОМ, периферійне устаткування, оргтехніку), математичне і інформаційне забезпечення, призначені для підвищення ефективності проектування, оптимізації ухвалених проектних рішень і виключення суб'єктивності в ухваленні проектних рішень.

Таким чином, САПР, включає автоматизацію проектування, проте на додаток до неї, він містить програмні модулі, що дозволяють опрацьовувати декілька варіантів проектованого об'єкта, вибирати з них кращий, оптимізувати проектні рішення.

Для цієї мети використовуються технології автоматизованого проектування (computer-aided design – CAD), автоматизованого виробництва (computer-aided manufacturing – CAM) і автоматизованої розробки або конструювання (computer-aided engineering – CAE). Щоб зрозуміти значення систем CAD/CAM/CAE необхідно вивчити різні завдання і операції, які вирішуються у процесі розробки і виробництва продукції.

Сьогодні створено і функціонують великі САПР у машинобудівній промисловості; застосовуються програмно-апаратні комплекси (інтерактивні графічні станції), що можуть використовуватися як автономно, так і в складі обчислювальних мережах САПР. Такі станції широко застосовуються на багатьох підприємствах. Спостерігається тенденція до інтеграції автоматизованих систем проектування і виробництва з утворенням систем гнучких автоматизованих

виробництв. Застосування цих систем дозволяє істотно підвищити ефективність виробництва шляхом швидкої перебудови устаткування на виробництво деяких конкретних класів деталей.

У цьому посібнику розглядаються тільки проекти для підготовки технічних об'єктів і будівництва інженерно-технічних об'єктів (далі – об'єктів).

Посібник упоряджено відповідно до програми курсу «Основи проектування технічних природоохоронних систем з використанням САПР», який викладається на факультеті Інтегрованих технологій та хімічної техніки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Книга адресована, в першу чергу, студентам заочного навчання, але може бути корисна студентам денної форми навчання, слухачам курсів підвищення кваліфікації, усім, хто цікавиться питаннями проектної діяльності та сучасним науковим напрямком, яким є розробка систем автоматизованого проектування.

Автори висловлюють подяку рецензентам та всім тим, хто допомагав у редагуванні й публікації посібника. Ми також будемо вдячні за зауваження та пропозиції, що дозволять покращити цю книгу.

1. ПРИНЦИПИ ТА МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ

Будівництво нових або реконструкція діючих підприємств пов'язана з великими витратами матеріалів, сил і коштів, тому перш ніж почати будівництво, потрібно обґрунтувати його необхідність, доцільність і економічну ефективність витрат, визначити виробничу потужність підприємства та місце його розташування. Треба детально визначити що, та в який послідовності, якими методами треба будувати. Саме це й становить суть проектувальної діяльності.

1.1. Загальні відомості

Слово «проект» походить від латинського «project» – «кинутий уперед». У широкому розумінні слова, усякий задум, план, програма, образ, які завжди є початком, «кинутим уперед» будь-якої діяльності.

Проект є сумою абстрактних уявлень (текстових і графічних матеріалів), які описують і зображають з мінімально необхідним ступенем деталізації майбутнє підприємство в цілому і його складові частини, зокрема. Текстові матеріали – це пояснювальні записки, кошторисні документи, специфікації обладнання та будівельних матеріалів тощо. До графічних матеріалів відносяться креслення, графіки, схеми і таке інше.

У будь-якому випадку проектування починається при наявності завдання на проектування, що відбиває потреби суспільства в одержанні певного технічного виробу. Це завдання подається у вигляді тих або інших документів і є первинним описом об'єкта.

Проектна документація розробляється проектувальником і має відповідати положенням законодавства, регіональних та місцевих правил забудови, а також вимогам нормативів та нормативних документів. У розробці й реалізації проекту, крім проектної організації (генеральний підрядник), беруть участь спеціалізовані підприємства: будівельні, монтажні, пусконалагоджувальні й т.ін., які називаються субпідрядниками.

Відносини між замовниками й підрядниками регламентуються інструкціями про порядок розробки, узгодження, затвердження й склад проектної документації на будівництво підприємства.

Результатом проектування, як правило, служить повний комплект документації, що містить достатні відомості для виготовлення об'єкта в заданих умовах. Ця документація являє собою остаточний опис об'єкта.

Проектування – це процес, що полягає в перетворенні вихідного опису об'єкта в остаточний опис на основі виконання комплексу робіт дослідницького, розрахункового і конструкторського характеру. Перетворення вихідного опису в остаточне породжує проміжні описи, що є предметом розгляду з метою

визначення закінчення проектування або вибору шляхів його продовження. Такі описи називають проектними рішеннями.

Проектування, при якому усі, рішення або частина проектних рішень одержують шляхом взаємодії людини й ЕОМ, називають автоматизованим, а проектування, при якому ЕОМ не використовується, неавтоматизированным (або традиційним).

Процес проектування крупних об'єктів зазвичай включає 3 основних етапи, які умовно можна назвати так:

– техніко-економічне обґрунтування (ТЕО);

– технічне проектування;

– робоче проектування.

У багатьох випадках технічне і робоче проектування об'єднують в один етап – техніко-робоче проектування.

Завдання ТЕО – надати інвестору економічне обґрунтування для вкладення коштів в будівництво даного підприємства або установки. В процесі розробки ТЭО розглядають такі альтернативи: будувати нове виробництво, розширювати чи реконструювати існуюче. Останні 2 варіанти зазвичай є більш вигідними, оскільки дозволяють економити вкладення в інженерну інфраструктуру (тепло-енергопостачання, водопровід, зв'язок, транспорт) підприємства, а також використовувати професійні кадри існуючого виробництва. Проте зважаючи на відсутність вільних площ, надмірне навантаження на довкілля або недостатню потужність або пропускну спроможність інфраструктурних елементів доводиться звертатися до нового будівництва.

У цьому випадку в ТЕО визначається точка будівництва і потужність виробництва. При цьому враховується наявність вільних трудових ресурсів в обраній точці, витрати на транспорт сировини і готової продукції, стан довкілля і допустимість додаткового навантаження на неї і ряд інших чинників.

Далі в ТЕО приймаються основні рішення з технології виробництва і основні будівельні рішення. На основі укрупнених показниках визначають капітальні витрати у будівництво, собівартість виробництва продукції, оцінюють можливий дохід від її реалізації і прибуток. Оцінюють також передбачуваний термін окупності капітальних вкладень.

ТЕО служить основою для ухвалення рішення про будівництво об'єкта. Якщо таке рішення прийняте, то переходять до стадії технічного проектування. У процесі роботи над технічним проектом природоохоронних систем розробляється його укрупнена хіміко-технологічна схема (ХТС), а на її основі – матеріальний і тепловий баланс системи (МТБ). МТБ, у свою чергу, служить підставою для ухвалення проектних рішень щодо апаратурного оформлення виробництва, для розрахунку апаратури (основної і допоміжної) і для розробки детальної хіміко-технологічної схеми окремих стадій, а потім об'єднання цих схем в апаратно-технологічну схему (АХТС) всього виробництва. На основі ХТС ухвалюються рішення про розбиття всього виробництва на будівельні блоки. Потім здійснюється компоновка устаткування (розміщення устаткування усередині будівель і споруд) цих блоків і ухвалюються архітектурно-будівельні рішення.

Здійснюється розміщення будівельних блоків на генеральному плані будівництва (карті заводу). Після чого виконується монтажне опрацьовування, тобто розрахунок і трасування (визначення трас проходження) внутрішніх, міжапаратних і зовнішніх міжцехових трубопроводів і інших комунікацій. Паралельно розробляється система контролю та автоматизації виробництва, електротехнічна частина проекту, по всіх етапах готується кошторисна документація. Результатом ТП є детальний проект майбутнього виробництва, що включає, розрахунково-пояснювальні записки, креслення, кошторисну документацію і таке інше.

На стадії робочого проекту формується уся необхідна документація для будівництва об'єкта.

1.2. Структура проектної організації

Право на розробку проектної документації або її окремих розділів надається юридичним та фізичним особам – суб'єктам господарської діяльності незалежно від форм власності, які мають ліцензію на цей вид діяльності згідно з законодавством. Проектні організації можуть бути незалежними суб'єктами підприємницької діяльності, але найбільш ефективно вони реалізують свої можливості у складі проектно-будівельних або науково виробничих об'єднань (НВО), до складу яких разом із проектною частиною входять наукова частина і дослідний завод. Завданням наукової частини НВО є розробка наукових основ проектування виробництва. Дослідний завод займається відпрацюванням технологій, проведенням дослідно-конструкторських робіт, виготовленням нестандартного устаткування. Результатом наукової розробки та її дослідної перевірки є вихідні дані для проектування, які передаються в проектну частину.

У проектної організації можна виділити два рівні її опису: адміністративний і функціональний. Адміністративний рівень опису – це відділи, їх начальники, головні спеціалісти, керівники груп тощо; функціональний рівень – «технологічні» одиниці, що здійснюють проектування якоїсь окремої, самостійної частини проекту, наприклад механіко-технологічної, архітектурно-будівельної, сантехнічної.

Для координації й ув'язування всіх розділів призначається головний інженер проекту (ГІП). Він є технічним керівником проекту в період розробки й реалізації його і відповідає за архітектурно-технічні, економічні, екологічні, санітарно-гігієнічні якості проекту у цілому.

Взаємозв'язок відділів проектної організації можна проілюструвати схемою, представленою на рисунку 1.1.

Головний інженер проекту забезпечує підготовку договорів, координує дії виконавців, проводить переговори з замовниками, субпідрядниками-проектувальниками і підрядниками, контролює склад проектної документації. Він є одночасно і автором або одним із авторів проекту, проект створюється під його безпосереднім керівництвом і за безпосередньою участю. За якість окремого розділу проекту відповідальною особою є керівник та головний спеціаліст відповідного проектного підрозділу.

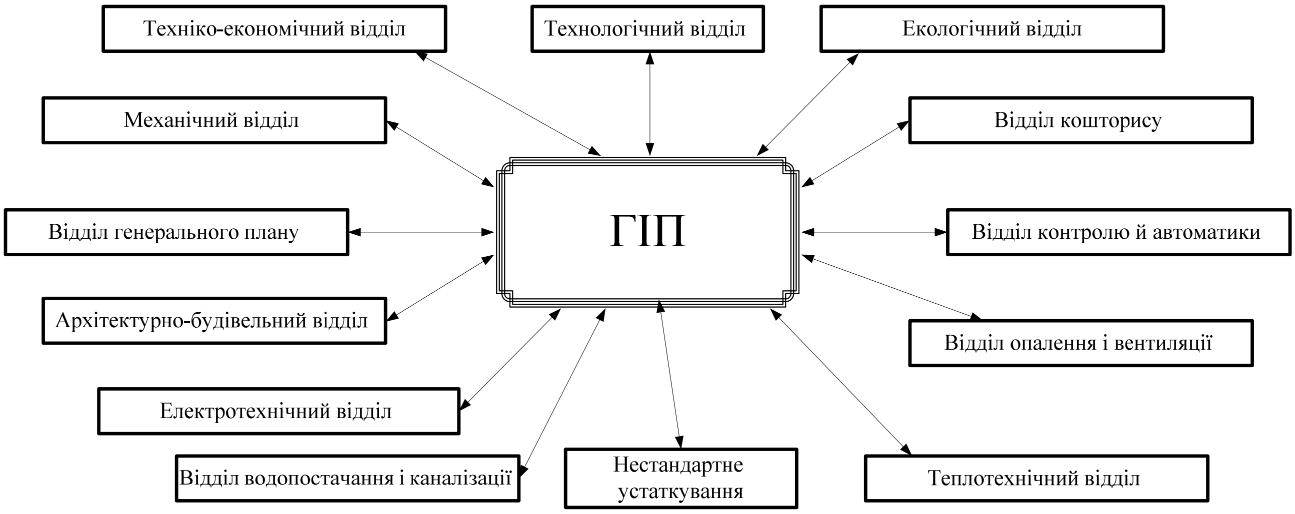


Рис. 1.1. Взаємозв’язок відділів проектної організації

Головний інженер проекту є відповідальною особою за технічні, економічні, естетичні і екологічні якості проекту в цілому, одночасно є і автором проекту, тобто проект створюється під його безпосереднім керівництвом і при особистій участі.

Основні обов’язки головного інженера проекту:

– підготовка даних для укладання договору із замовником;

– складання графіка розробки проектно-кошторисної документації;

– підготовка завдань субпідрядникам, забезпечення їх необхідними вихідними даними для проектування, узгодження всіх спільних питань у процесі розробки проектно-кошторисної документації;

– координація проектно-дослідницьких робіт із всього комплексу проекту;

– забезпечення відповідності проекту завданню на проектування, а робочої документації – затвердженому проекту;

– захист проекту в організаціях і органах експертизи;

– забезпечення видачі замовникові документації у строки, передбачені договором;

– здійснення авторського нагляду за будівництвом;

– підготовка пропозицій про внесення у робочу документацію змін, пов’язаних із введенням у дію нових нормативних документів.

У разі призначення головного конструктора проекту він несе відповідальність за надійність і стійкість запроектованих будівельних конструкцій.

У проектуванні виробництв провідна роль належить технологові, що розробляє технологічну схему виробництва, розраховує й вибирає устаткування, видає завдання фахівцям-суміжникам проектної організації на розробку загальноінженерних розділів проекту, погоджує результати виконання цих завдань із проектними рішеннями в технологічному розділі.

Проектувальники при розробленні проектної документації несуть відповідальність та забезпечують:

– відповідність архітектурним і містобудівним вимогам та високу архітектурно-художню якість;

– відповідність вимогам чинних нормативних документів;

– захист навколишнього природного середовища, екологічну безпеку і раціональне використання природних ресурсів згідно з ДБН А.2.2-1;

– відповідність вимогам з енергозбереження;

– експлуатаційну надійність;

– ефективність інвестицій;

– патентну чистоту прийнятих технічних рішень та застосованого обладнання;

– відповідність проектних рішень вихідним даним та дозвільним документам.

Проектування складного промислового об’єкта потребує зусиль фахівців різних спеціальностей, які за специфікою задач, що вони вирішують, об’єднуються у відповідні відділи або групи.

Технологічний відділ розробляє регламент на проектування й аналіз варіантів технологічних схем, веде розрахунок матеріальних балансів, конструктивних параметрів апаратів, технологічних режимів; розробку номенклатури як стандартного, так і нестандартного устаткування; компонування устаткування; розробку завдань для суміжних частин проекту. Технологічний відділ координує діяльність виконавців усіх суміжних частин проекту.

Механічний або механіко-технологічний відділ розробляє апарати, стандартне, нестандартне устаткування; матеріальні склади й устаткування для них; площадки для колон, трубопроводи для апаратів колонного типу, газоходи і димарі до стандартних печей.

Відділ генерального плану розробляє генеральний план виробництва, вертикальне планування, систему водовідведення, зведений план комунікацій, ситуаційні плани, план авто- і залізничних комунікацій, схему земляних робіт і веде розрахунки їх обсягів, розрізи майданчиків, профілі шляхів, покриття площадок.

Архітектурно-будівельний відділ розробляє будівлі і споруди виробничого, культурно-побутового й адміністративно-господарського призначення, житлові будинки.

Електротехнічний відділ розробляє зовнішнє електропостачання виробництва, магістральні силові й освітлювальні мережі, електроустаткування та освітлення загальнозаводських об’єктів, силові й освітлювальні електромережі, електроустаткування, освітлення і мережі автоматизації технологічних установок; систему захисту від блискавки і статичної електрики; систему диспетчеризації енергопостачання виробництва; схему зовнішнього освітлення; систему охоронного освітлення; систему зв’язку і сигналізації.

Відділ водопостачання і каналізації розробляє магістральні загальнозаводські мережі водопостачання, каналізації й устаткування на них, внутрішні мережі водопостачання, каналізації й устаткування на них, очисні споруди водопостачання і каналізації.

Теплотехнічний відділ розробляє теплові мережі, блоки повторного використання теплоти, блоки хімводоочищення, паропроводи, будівлі й устаткування для них.

Відділ опалення і вентиляції розробляє систему опалення і вентиляції виробничих та адміністративно-господарських будинків і споруд; систему обігріву підлоги, приладів, пристроїв і трубопроводів, що розташовуються на відкритих ділянках; систему гарячого водопостачання; систему кондиціювання повітря.

Відділ контрольно-вимірювальних приладів і автоматики (КВП і А) розробляє схеми автоматизованого керування технологічними процесами, систему обліку витрат матеріальних та енергоресурсів підприємства (електроенергії, пари, води, реагентів, повітря).

Відділ кошторису розробляє кошторисну документацію за окремими видами робіт і витрат по кожній установці та по виробництву в цілому, яка відображає вартість устаткування, матеріалів і виконання робіт.

Техніко-економічний відділ розробляє проектні та передпроектні техніко-економічні обґрунтування будівництва виробництв, проекту і робочої документації.

1.3. Етапи проектування

Проектні роботи виконуються на підставі договорів (контрактів), укладених між замовниками і проектувальниками (ст. 324 Господарського кодексу України). Договір можна укладати на виконання передпроектних робіт, комплексу проектних робіт, окремих стадій та розділів проекту.

Проектування об'єктів здійснюється з дотриманням законодавства України на підставі вихідних даних. Вихідні дані для виконання проектних робіт на відповідній стадії замовник зобов'язаний надати до початку виконання проектних робіт.

До складу вихідних даних належать:

– архітектурно-планувальне завдання (АПЗ);
– технічні умови щодо інженерного забезпечення об'єкта (ТУ);
– завдання на проектування.

Для об'єктів виробничого призначення додатково подаються такі матеріали:

– висновки територіальних організацій у будівництві щодо розміщення об'єктів будівництва;
– дані технічних проектів на машини та обладнання з тривалим циклом розробки, конструювання і виготовлення;
– номенклатура продукції, виробнича та розрахункова програми;
– креслення і технічні характеристики продукції підприємства;
– відомості про імпортне та вітчизняне обладнання або креслення на нетипове та нестандартизоване обладнання з показниками енергоефективності;

– необхідні дані щодо виконаних науково-дослідних робіт, пов'язаних з утворенням нових технологічних процесів і обладнання;

– дані з інвентаризації існуючих на підприємствах (будинках, спорудах) джерелах забруднення при реконструкції;

– матеріали, одержані від організацій державного нагляду про стан водоймищ, атмосферного повітря, ґрунту, геологічні умови, флору, фауну, наявність об'єктів природно-заповідного фонду, їх статус та охоронні зони;

– при забудові площ залягання корисних копалин – дозвіл на забудову, виданий органами місцевого самоврядування, згідно з чинним Положенням.

АПЗ та ТУ надаються замовникові в порядку, встановленому постановою Кабінету Міністрів України від 20.12.99 № 2328. Завдання на проектування замовник складає сам або доручає проектувальнику за окрему плату.

Місця розташування об'єктів визначаються місцевими органами містобудування та архітектури на підставі дозволу на будівництво виконавчих органів місцевого самоврядування, а також затверджених чинних містобудівних документів.

ТУ повинні передбачати виключно ті роботи і в тих обсягах, які необхідні для здійснення інженерного забезпечення проектованого об'єкта.

Проектування для будівництва об'єктів промислового призначення може мати до трьох стадій і двадцяти етапів, відповідно до табл. 1.1. Фактичне число стадій і етапів проектування може бути меншим залежно від архітектурної, технічної і екологічної складності об'єкта, вимог місцевих органів містобудування і архітектури, вартості будівництва. Стадії проектування встановлюються інвестором (замовником) разом із проектувальником.

Таблиця 1.1 – Етапи проектування

Етапи проектування і зміст робіт	Суб'єкти, що забезпечують виконання робіт
1	2
Інвестиційні наміри. Передпроектні проробки.	Інвестор (замовник) Проектувальник
Конкурс на виконання проектних робіт (відбір проектувальника). Вихідні дані і завдання на розробку ТЕО інвестицій.	Замовник Проектувальник
Укладання договору на розробку ТЕО інвестицій	Замовник Проектувальник
ТЕО інвестицій	Проектувальник
Погодження ТЕО інвестицій у частині розміщення і розмірів площадки будівництва, трас інженерних мереж	Органи містобудування і архітектури, організації, що погоджують. Територіальна проектна організація. Замовник
Експертиза ТЕО інвестицій, що підлягає затвердженню	Організації, що мають право проведення експертизи

Продовження таблиці 1.1

1	2
Погодження, затвердження ТЕО інвестицій.	Замовник
Додаткові вихідні дані для розробки проекту	Замовник Органи місцевого самоврядування. Проектувальник
Відбір проектувальника	Замовник
Проект	Проектувальник
Узгодження трас інженерних мереж. Дотримання екологічних вимог. Вибіркове узгодження проектів територіальною проектною організацією. Узгодження проекту в частині розміщення розмірів площадки будівництва (при необхідності узгодження з відповідними організаціями).	Органи містобудування й архітектури. Органи охорони навколишнього природного середовища. Територіальна проектна організація. Організації, що погоджують
Експертиза проекту	Організації, що мають право на проведення експертизи
Затвердження проекту.	Замовник
Клопотання про вилучення і надання земельної ділянки	Замовник
Рішення про вилучення (викуп) земельної ділянки і умови його надання	Органи місцевого самоврядування
Тендер (торги) підряду на будівництво об’єкта або відбір підрядника	Замовник Тендерний комітет
Робоча документація.	Проектувальник
Погодження інженерних мереж	Органи місцевого самоврядування. Проектувальник Замовник
Клопотання про дозвіл на проведення будівельно-монтажних робіт	Замовник
Дозвіл на проведення будівельно-монтажних робіт	Органи місцевого самоврядування

Зі змісту стадій проектування і передпроектного опрацювання відповідно до табл. 1.1 випливає, що рівні деталізації їхнього проектного рішення принципово відповідають рівням деталізації інформації, що визначає систему (об’єкт), а нормативна стадійність проектування відбиває поступове поглиблення деталізації рішення проектної задачі.

Слід зазначити, що завданням на розробку і одним із критеріїв оцінки проектного рішення будь-якого рівня деталізації описування об’єкта, що проектується, є проектне рішення попереднього рівня. Наприклад, оцінюючи проектне рішення, що принципово визначає об’єкт, установлюють, чи дозволяють обраний порядок і характер зв’язків частин об’єкта забезпечити загальні властивості об’єкта, визначені проектним рішенням попередньої стадії.

У табл. 1.2 наведено, як змінюється ступень деталізації опису об’єкта, що проектується, у послідовних стадіях проектування.

Таблиця 1.2 – Рівень деталізації проектного рішення на нормативних стадіях проектування

Нормативні стадія проектування	Рівень деталізації проектного рішення
Проектування для виготовлення об’єкта	
Завдання	Визначає загальні властивості (характеристики) об’єкта
Технічна пропозиція	Визначає загальні властивості (характеристики) об’єкта з уточненнями й додаваннями
Ескізний проект	Визначає порядок (структуру) і характер зв’язків між частинами об’єкта – принципово визначає об’єкт
Технічний проект	Визначає властивості частин об’єкта – повністю визначає об’єкт
Робоча конструкторська документація	Повністю визначає об’єкт і організацію його виготовлення
Проектування для будівництва об’єкта	
Завдання	Визначає загальні властивості (характеристики) об’єкта
Техніко-економічне обґрунтування інвестицій	Визначає порядок (структуру) і характер зв’язків між частинами об’єкта – принципово визначає об’єкт
Проект	Визначає властивості частин об’єкта – повністю визначає об’єкт
Робоча документація	Повністю визначає об’єкт і організацію його будівництва

Згідно з ДБН А.2.2-3-2012 для технічно нескладних об’єктів, а також об’єктів з використанням проектів масового та повторного застосування проектування здійснюється:

– в одну стадію – робочий проект (РП);

– у дві стадії – техніко-економічний розрахунок (ТЕР) та робоча документація (Р).

Для технічно складних об’єктів відносно містобудівних, архітектурних, художніх та екологічних вимог, інженерного забезпечення, впровадження нових будівельних технологій, конструкцій та матеріалів проектування виконується в три стадії:

– для об’єктів виробничого призначення – техніко-економічне обґрунтування (ТЕО);

– проект;

– робоча документація.

Замовник може доручити проектувальникам виконати будь-які передпроектні роботи щодо розміщення об'єкта на будь-якій території без спеціальних дозволів і погоджень (за винятком зон з особливим охоронним режимом). Такі передпроектні роботи не можуть бути стадією проектування і підлягають тільки розгляду та схваленню замовником і органами містобудування та архітектури. Склад, обсяг і вартість цих робіт визначаються відповідним договором (контрактом).

Замовником розробляється технічна пропозиція й висилається генпідрядникові, в ролі якого виступає проектний інститут. Участь замовника та стадії проектування, на яких вона необхідна, ілюструє рис. 1.2.

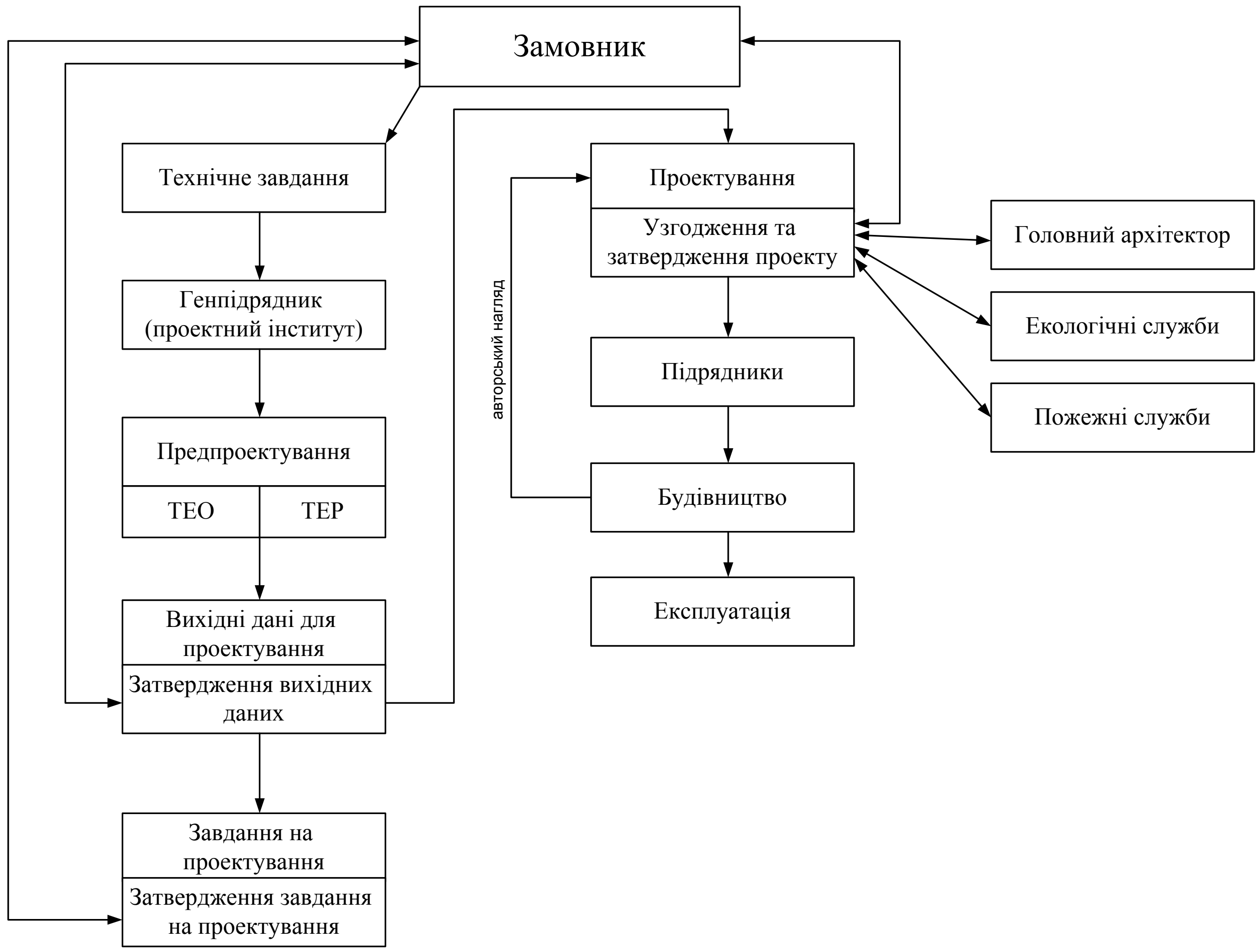


Рис. 1.2. Участь замовника на стадіях проектування

У першу чергу розробляється обґрунтування інвестицій у будівництво підприємства. Це техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) або техніко-економічний розрахунок (ТЕР). ТЕО розробляється для об'єктів виробничого призначення, що вимагають детального обґрунтування відповідних рішень і визначення варіантів і доцільності будівництва об'єкта. ТЕР застосовується для технічно нескладних об'єктів виробничого призначення. ТЕО й ТЕР розробляються на підставі завдання на проектування (див. додаток Б) та вихідних даних (додаток В).

ТЕО (ТЕР) обґрунтовує потужність виробництва, номенклатуру та якість продукції, якщо вони не задані директивно, кооперацію виробництва, забезпечення сировиною, матеріалами, напівфабрикатами, паливом, електро- та теплоенергією, водою і трудовими ресурсами, включаючи вибір конкретної ділянки для будівництва, розрахункову вартість будівництва та основні техніко-економічні показники (див. додаток Г).

При підготовці ТЕО (ТЕР) повинна здійснюватись всебічна оцінка впливів планованої діяльності на стан навколишнього середовища (ОВНС); рекомендовані рішення ТЕО (ТЕР) мають обґрунтовуватися результатами ОВНС; матеріали ОВНС, оформлені у вигляді спеціальної частини (розділу) документації, є обов'язковою частиною ТЕО (ТЕР).

В ТЕО (ТЕР) повинна розглядатись відповідність його рішень архітектурним, енергозберігаючим та іншим вимогам згідно із завданням на проектування.

ТЕР виконується у скороченому обсязі в порівнянні з ТЕО відповідно до характеру об'єкта та вимог завдання.

ТЕО після погодження, схвалення при тристадійному проектуванні або затвердження ТЕР при двостадійному проектуванні за встановленим порядком є підставою для розробки наступної стадії проектування.

ТЕО, ТЕР складається, як правило, з таких розділів:

–вихідні положення, в яких відображається технічна можливість та економічна доцільність нового будівництва або реконструкції об'єктів виробничого призначення;

–обґрунтування проектної потужності об'єкта, передбачуваного асортименту продукції, запланованої до випуску, а також міркування щодо її збуту;

–обґрунтування чисельності нових або додаткових робочих місць виробничого персоналу;

–дані про наявність сировинної бази, про забезпечення основними матеріалами, енергоресурсами, напівфабрикатами, трудовими ресурсами з обґрунтуванням можливості їх використання або одержання;

–обґрунтування розміщення об'єкта та вибір майданчиків для будівництва;

–дані інженерних вишукувань;

–оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС);

–схеми генплану та транспорту;

–основні рішення з інженерної підготовки території і захисту об'єкта від небезпечних природних чи техногенних факторів;

–основні технологічні, будівельні та архітектурно-планувальні рішення;

–основні рішення та показники з енергоефективності, порівняння варіантів, облік і використання вторинних та поновлюваних ресурсів, з охорони праці;

–можливі терміни будівництва;

–основні положення з організації будівництва;

–заходи щодо технічного захисту інформації;

–основні рішення з санітарно-побутового обслуговування працюючих;

–основні рішення з вибухопожежної безпеки виробництва;

–ідентифікація та декларація безпеки об'єктів підвищеної небезпечності (закон № 2245-ІІІ);

–техніко-економічні показники;

–завдання на проектування;

–обгрунтування ефективності інвестицій;

–висновки та пропозиції.

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва з об'єктними та локальними кошторисними розрахунками виконується відповідно до вимог державних будівельних норм ДБН Д.1.1-1-2000 «Правила встановлення вартості будівництва», які встановлюють основні правила визначення вартості нового будівництва, реконструкції підприємств, будівель і споруд і носять обов'язковий характер при визначенні вартості об'єктів, будівництво яких здійснюється із залученням бюджетних коштів або коштів підприємств, установ і організацій державної власності. По об'єктах, будівництво яких здійснюється за рахунок інших джерел фінансування, ці правила носять рекомендаційний характер, і їх застосування обумовлюється контрактом.

Як правило, складаються такі види кошторисної документації:

– локальні кошториси на окремі види робіт, що встановлені під час розробки робочої документації;

–об'єктні кошторисні розрахунки, що об'єднують у своєму складі дані з локальних кошторисів на об'єкт у цілому;

–зведені кошторисні розрахунки, які складаються на базі об'єктних кошторисів;

–зведення витрат – це кошторисний документ, який об'єднує зведені кошторисні розрахунки вартості будівництва.

У складі проектної документації розробляються:

–зведення витрат;

–зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва;

–об'єктні і локальні кошториси;

–відомості ресурсів до локальних кошторисів;

–кошторисні розрахунки на окремі види витрат;

–кошториси на проектні та вишукувальні роботи;

–кошториси на пуско-налагоджувальні роботи;

–відомість кошторисної вартості будівництва об'єктів і робіт з охорони оточуючого середовища.

При складанні локальних кошторисів використовуються:

–будівельні кошторисні норми;

–кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів і поточні ціни машино-години;

–поточні ціни на матеріали, вироби і конструкції;

– поточна вартість людино-години;

– поточні ціни на перевезення вантажів;

– правила визначення загальновиробничих та адміністративних витрат.

Якщо проектом передбачають розбирання існуючих конструкцій, знесення будинків та споруд, внаслідок чого очікують отримання виробів та матеріалів для вторинного використання, за підсумком локальних кошторисів на ці роботи вказують поворотні суми, які враховують реалізацію цих матеріалів.

За підсумками локальних кошторисів встановлюють такі показники:

– вартість матеріалів, виробів та конструкцій;
– заробітна платня;
– трудомісткість.

Локальні кошториси складають на виконання окремих видів робіт, на купівлю обладнання. До локальних кошторисів додають відомості ресурсів, які містять витрати праці (в людино-годинах), використання будівельних машин та механізмів (у машино-годинах), використані будівельні матеріали, вироби і конструкції.

Об'єктні кошториси складають для кожного об'єкта в цілому шляхом підсумовування даних локальних кошторисів з визначенням загальної кошторисної вартості будівництва об'єкта (тис. грн), трудомісткості (тис. людино-годин) та заробітної платні (тис. грн). В об'єктних кошторисах вказують також поворотні суми, що відносяться до об'єкта.

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва – це документ, що визначає повну кошторисну вартість будівництва усіх об'єктів, що передбачені проектною документацією.

У зведених кошторисних розрахунках кошти розподіляють за такими розділами:

– підготовка території (відведення земельної ділянки, знесення будинків та споруд, знімання та складування родючого шару землі, осушення та рекультивація території , протиерозійні та протизсувні заходи та ін..)
– основні об'єкти будівництва;
– об'єкти підсобного та обслуговуючого призначення (заводоуправління, господарські корпуси, ремонтні майстерні, склади та ін.) – об'єкти енергетики, тепло-, газо- і водопостачання, водовідведення і очищення вод, транспортне господарство і зв'язок;
– благоустрій, озеленення і освітлення території;
– тимчасові будинки і споруди;
– інші роботи та витрати (зимове та літнє подорожчання, витрати на відрядження, доставку робітників, охорона праці та техніка безпеки, запрошення спеціалістів-консультантів, в тому числі іноземних та ін.);
– утримання служби замовника і авторський нагляд;
– підготовка експлуатаційних кадрів;
– проектні та вишукувальні роботи;
– кошторисний прибуток;
– кошти на покриття ризику усіх учасників будівництва;
– покриття інфляції;
– податки, в тому числі земельний, збори, обов'язкові платежі.

Відомість витрат включає загальну кошторисну вартість, що складається з сумарної кошторисної вартості усіх об'єктів, що запроектовані, вартості обладнання, меблів та інвентарю, пусконалагоджувальних робіт, інших витрат. Вказуються також оборотні суми.

Такий кошторис входить до складу проектно-кошторисної документації об'єкта, що планують до будівництва.

Після отримання проектного кошторису забудовник складає виконавчий кошторис, який враховує місцеві та змінені ціни на матеріали, вироби та конструкції, особливості виконання робіт конкретною будівельною організацією та інші обставини.

Виконавчий кошторис, який може відрізнятися від проектного в той чи інший бік, узгоджують із замовником. Розрахунки під час будівництва об'єкта здійснюють саме за виконавчим кошторисом.

Після закінчення будівництва об'єкта під час прийому його в експлуатацію складають остаточний кошторис, який враховує усі фактичні витрати на будівництво об'єкта. За цим кошторисом проводять остаточний розрахунок між замовником і забудовником.

Склад ТЕО (ТЕР) може бути доповнений чи скорочений (за винятком матеріалів ОВНС) за рішенням замовника або за погодженням з ним. Матеріали ОВНС можуть бути скорочені у разі окремого проектування об'єкта, який сам є об'єктом охорони навколишнього середовища за умови попереднього погодження з органами нагляду за екологічною безпекою.

ТЕО після узгодження, схвалення при тристадійному проектуванні або затвердження ТЕР при двостадійному проектуванні у встановленому порядку є підставою для розробки наступної стадії проектування.

Обґрунтування інвестицій затверджується керівником підприємства-замовника. Потім після розгляду державною експертизою, обґрунтування інвестицій затверджується інвестором.

ТЕО, ТЕР, П, РП (затверджувальна частина) погоджуються з місцевими органами містобудування та архітектури відповідно до місцевих правил забудови відносно архітектурно-планувальних рішень, розміщення, раціонального використання наміченої для відведення території, відповідності передбачених рішень вимогам архітектурно-планувального завдання, містобудівній документації.

ТЕО, ТЕР, а за їх відсутності П або РП (затверджувальна частина) нових об'єктів виробничого призначення незалежно від підпорядкування повинні мати відповідний висновок територіальної організації у будівництві відносно вибору земельної ділянки для будівництва та кооперації щодо джерел постачання і інженерних комунікацій згідно з вимогами ДБН А.2.3-1.

Проектна документація, розроблена згідно з нормативними документами, не підлягає погодженню з органами державного нагляду за винятком випадків, передбачених законодавством України.

За відсутності норм та правил на проектування запропоновані проектні рішення необхідно погоджувати з відповідними органами державного нагляду.

З органами містобудування та архітектури необхідне погодження у разі зміни конструктивних рішень, які можуть викликати небезпечні ситуації у майбутньому.

Проектна документація на всіх стадіях не підлягає погодженню з підрядником, якщо це не передбачено завданням на проектування.

Робоча документація, виконана відповідно до затвердженої стадії, погодженню не підлягає, крім інженерних мереж, що погоджуються з місцевими експлуатаційними службами, ресурсопостачальними організаціями, якщо така вимога міститься в наданих ними технічних умовах.

Затвердження проектної документації інвестором (замовником) є фактом прийняття під його повну відповідальність рішень, передбачених у документації, при цьому:

– для всіх інвесторів (замовників) незалежно від форм власності та джерела фінансування – перед державою за дотримання обов'язкових вимог нормативів та нормативних документів, порядку погодження та експертизи проектної документації;

– для інвесторів (замовників), які використовують державні бюджетні та позабюджетні кошти, – перед державою за дотримання вимог державної інвестиційної політики з питань раціонального використання фінансових, матеріально-технічних та трудових ресурсів.

На рис. 1.3 показано етапи створення підприємства – від видачі завдання на проектування до запуску виробництва, організації, що відповідають за виконання відповідних етапів та їх взаємодію.



Рис. 1.3. Організації що відповідають за різні етапами підготовки проектної документації

З рис. 1.3 можна бачити, що проектування є ітераційним процесом. Наприклад, ухвалені рішення при обґрунтуванні інвестицій не тільки уточнюються, але й можуть змінитися. Наприклад, у процесі підготовки завдання на проектування може уточнюватися прийнятий метод виробництва, асортименти й потужність майбутнього промислового об'єкта та ін. Рішення, прийняті при підготовці завдання на проектування, у свою чергу, можуть коректуватися при розробці проекту.

Враховуючи те, що більшість нормативних документів, якими регламентують вимоги та нормативи щодо проектування природоохоронних об'єктів та заходів, розроблені 20 і більше років тому і з того часу майже не коригувалися, у вступній частині проекту доцільно мати розділ, **що містить наукове обгрунтування проекту**, тобто аналітичний огляд сучасних науково-технічних досягнень у галузі природоохоронних технологій, яку використовують об'єкти, що проектуються.

В цьому розділі слід надати опис технологій і споруд, що розроблені за останні 10-20 років у певній галузі, показати їх технічні та економічні переваги порівняно з установленими, що розробляються за чинними нормативними документами, навести приклади практичного впровадження цих розробок, вказати на можливі недоліки чи особливості експлуатації. Особливо слід підкреслити, які відхилення від вимог чинних нормативних документів можуть виникнути під час проектування нових об'єктів і які наслідки це може викликати.

При складанні огляду науково-технічних досягнень використовують публікації періодичних і книжкових видань, Internet, рекламні проспекти тощо. Наводять приклади експлуатації чи дослідно-виробничих випробувань та впроваджень цих розробок.

Результатом цього огляду мають бути науково обґрунтовані рекомендації щодо проектування конкретного природоохоронного заходу чи об'єкта з викладенням технічних і економічних показників, що показують перевагу порівняно з усталеною практикою.

Наукове обґрунтування прийнятих проектних рішень може зіграти вирішальну роль при проведенні тендеру і при експертизі проекту.

Складовою частиною цього розділу має бути **патентний пошук**.

Патенти, авторські свідоцтва та інші документи про винаходи містять інформацію про найновітніші конструкторські та технологічні розробки, які втілені або можуть бути втіленими у практику.

Аналіз та використання патентної інформації забезпечує розробку проектів будівництва нових або реконструкцію існуючих об'єктів на основі новітніх технічних досягнень у певній галузі. З цією метою до початку проектування доцільно провести патентний пошук, який полягає в ознайомленні з патентною документацією в галузі, до якої належить об'єкт, що проектується, відбір пропозицій та ідей для втілення в проект.

Під час патентного пошуку, як правило, розглядають матеріали за останні 10 – 12 років приблизно 7 – 8 країн, які мають помітні досягнення в певній галузі.

Результати патентного пошуку надають у табличній формі для наочного їх перегляду фахівцями, що мають ними користуватися.

При використанні патентних матеріалів слід дотримуватися норм патентного права щодо авторської власності.

До початку саме проектних робіт проводять роботи з отримання вихідної інформації для проектування, до якої **належать інженерно-екологічні вишукування**, які містять:

– топографічний план (карта) місцевості в горизонталях з масштабом 1:10000 чи 1:5000 для складання генплану з масштабом від 1:100 до 1:10 для робочих креслень;

– геологічний розріз з описом тектонічної структури, рівнем ґрунтових (підземних) вод, наявністю шкідливих геологічних проявів (зсувів, суфозій, карстів тощо);

– дані про залягання корисних копалин;

– дані про стан водних об'єктів, атмосферного повітря, ґрунтів, флору, фауну, наявність об'єктів природно-заповідного фонду, їх статус та охоронні зони;

– матеріали про наземні, підземні споруди, комунікації та їх технічний стан.

Крім того, замовник проекту надає інформацію про призначення, виробничу програму, технологію, матеріальне, енергетичне і транспортне забезпечення об'єкта, що проектується, а також відомості про обладнання, яке необхідно придбати, і про нестандартне устаткування, що виготовляють індивідуально.

Переважний обсяг проектної документації складають креслення – своєрідна мова проектувальника. Цю мову мають повністю, до найдрібніших подробиць, розуміти як самі проектувальники, так і будівельники.

Під час будівництва використовують велику кількість готових деталей, конструкцій та устаткування, виготовлених різними підприємствами, в тому числі за кордоном. Ці різноманітні речі повинні бути там, де необхідно, з'єднуватися між собою, утворюючи єдиний комплекс споруди, що будується.

З метою єдності виконання, розуміння та застосування креслень всіма, хто їх створює та ними користується, **діє єдина система конструкторської документації (ЄСКД)**, до якої входять близько 200 окремих стандартів. ЄСКД забезпечує:

– єдність правил виконання та оформлення конструкторської документації, багаторазове її використання;

– однакове розуміння креслень на різних рівнях застосування проектної документації;

– уніфікацію і стандартизацію окремих деталей, конструкцій та устаткування незалежно від виробника;

– автоматизацію проектування;

– можливість проведення ремонтних робіт;

– застосування імпортної техніки та технологій;

– систему зберігання та повторного використання документації.

Стандарти ЄСКД регламентують:

– формати креслень і масштаби зображень;
– правила оформлення креслень;
– застосування ліній, графічне зазначення матеріалів;
– правила нанесення розмірів зображень;
– літерні та текстові позначення на кресленнях;
– виконання окремих видів креслень: генпланів, загальних видів, розрізів і перерізів, складальних, монтажних, габаритних тощо;
– правила поводження з конструкторською документацією: облік, зберігання, розповсюдження, внесення змін тощо;
– автоматизацію процесу розробки проектно-конструкторської документації.

За останні роки **система автоматизованого проектування** (САПР) набула значного поширення і поступово витісняє традиційні засоби розробки конструкторської документації.

САПР – це результат ефективної взаємодії фахівця з комп’ютером. САПР включає такі основні компоненти:

– технічні засоби – персональні комп’ютери, комп’ютерну мережу, пристрої вводу-виводу інформації;
– математичне, лінгвістичне, програмне, інформаційне забезпечення;
– бази даних.

Креслення при автоматизованому проектуванні виконуються як у візуальній формі на паперових носіях у кольоровому зображенні, так і на магнітних носіях.

В процесі реалізації проекту проектна організація здійснює **авторський нагляд за будівництвом** об’єкта, який полягає у контролі за зведенням споруд відповідно до проекту або внесення, у разі потреби, відповідних змін до проектних рішень.

Особливої уваги авторського нагляду потребують підземні та інші споруди, доступ до яких після закінчення будівництва неможливий або обмежений. При будуванні таких споруд складають акти, в яких засвідчують відповідність збудованих споруд проектним рішенням. Ці акти враховують під час прийомки об’єктів до експлуатації.

Усі дії авторського нагляду фіксуються в окремому журналі.

Представники проектної організації беруть участь у пусконалагоджувальних роботах, доводячи ефективність роботи природоохоронних споруд до проектних параметрів.

Пуско-налагоджувальні роботи полягають, головним чином, у підготовці устаткування захисних споруд до промислової експлуатації.

Термін пуско-налагоджувальних робіт, якщо справа йде про підготовку до експлуатації механічного обладнання, триває від декількох днів до кількох тижнів. Для очисних споруд, до складу яких входять біологічні елементи (акти-

вний мул, вища водна рослинність), пуско-налагоджувальні роботи можуть тривати декілька місяців.

Після закінчення будівництва об'єкта проводять процедуру його прийому до експлуатації. До цієї події необхідно виконати усі роботи, які стосуються охорони навколишнього середовища, що ретельно перевіряється робочою комісією, до складу якої входять представники проектної організації. Встановлюють відповідність збудованих споруд проекту, наявність актів робіт, ефективність природоохоронних заходів, що вводять до експлуатації.

До початку роботи робочої комісії на збудованому об'єкті здійснюють випуск продукції, починають працювати усі природоохоронні споруди, встановлюють їх працездатність та надійність роботи.

Після усунення недоліків, що виявлені робочою комісією, готовий до експлуатації об'єкт приймає державна комісія, яку очолює представник місцевої влади чи представник відповідного міністерства, якщо йдеться про об'єкт державної власності.

До складу державної комісії входять представники замовника проекту, проектної організації, забудовника, органів охорони довкілля, санітарного нагляду та інших контролюючих органів.

1.4. Зміст проекту

Проект на будівництво, розширення і реконструкцію промислового об'єкта розробляють на підставі вихідних даних і завдання на проектування, а також погодженого ТЕО інвестицій.

Проект розробляють без зайвої деталізації у складі і обсязі, достатньому для обґрунтування проектних рішень, визначення обсягів основних будівельно-монтажних робіт, потреб у обладнанні, будівельних конструкціях, матеріальних, паливно-енергетичних, трудових і інших ресурсах, положень з організації будівництва, а також визначення базисної кошторисної вартості будівництва і капітальних вкладень (розрахункова кошторисна вартість будівництва).

При застосуванні обладнання індивідуального виготовлення, включаючи нетипове і нестандартизоване, у відповідних розділах проекту належить наводити вихідні вимоги на розробку цього обладнання.

Для зручності розробки і подальшого використання проект розбивається на розділи. Кожен розділ поділяється на підрозділи, що іменуються частинами проекту.

Згідно з ДБН А.2.2-3-2012 **технічний проект** повинен містити такі розділи та частини.

Розділ I. Загальні положення

1. Вихідні дані для проектування.
2. Пояснювальна записка.
3. Коротка характеристика об'єкта (будови) та його склад:

– дані про проектну потужність, номенклатуру, якість та технічний рівень продукції;

– сировинну базу;

– результати розрахунків чисельного та професійно-кваліфікаційного складу працівників;

– кількість та оснащеність робочих місць;

– відомості про організацію, спеціалізацію та кооперування основного та допоміжного

– виробництв.

4. Дані інженерних вишукувань.

5. Відомості про потреби в паливі, воді, тепловій та електричній енергії, заходи щодо енергозбереження та ін., окремо на власні потреби та технологію.

6. Відомості про черговість будівництва та пускові комплекси.

7. Дані про ефективність капітальних вкладень (за необхідності).

8. Основні рішення та показники по генеральному плану, інженерних мережах і комунікаціях.

9. Відомості про інженерний захист територій і об’єктів.

10. Охорона праці. В розділі, зокрема, наводяться такі відомості: перелік основних нормативних документів; заходи щодо забезпечення безпеки процесів та виробів; токсикологічна, пожежовибухонебезпечна характеристика матеріалів, продуктів, напівфабрикатів, відходів виробництва; контроль вимог безпеки; характеристика виробничих приміщень, розрахунки або обґрунтування категорій вибухопожежної небезпеки; заходи щодо захисту персоналу від травмування, безпечної евакуації працюючих при можливих аваріях і пожежах; дані з освітлення робочих місць, шуму, вібрації, способів вилучення і нейтралізації відходів з небезпечними властивостями; засобів запобігання пожежам, вибухам, зберіганню і транспортуванню матеріалів, напівфабрикатів з небезпечними та шкідливими властивостями; наявність санітарно-побутових приміщень, медобслуговування; дані про пільги.

11. Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС). Надається резюме заяви про екологічні наслідки (згідно з ДБН А.2.2-1), якщо вони не виконувались у ТЕО або сталися зміни у технологічному процесі.

12. Оцінка ефективності прийнятих рішень і порівняння техніко-економічних показників проекту з показниками, які затверджені або схвалені в ТЕО.

13. Оцінка економії, отриманої за результатами впровадження енергозберігаючих заходів.

Розділ ІІ. Генеральний план і транспорт

1. Коротка характеристика району та будівельного майданчика. Рішення та показники генерального плану, внутрішньо-майданчикового і зовнішнього транспорту.

2. Основні планувальні рішення, заходи щодо благоустрою та обслуговування територій.

3. Рішення щодо розташування інженерних мереж та комунікацій.

4. Організація охорони підприємства (будівлі, споруди).

Основні креслення

1. Ситуаційний план розташування підприємства, будівлі або споруди з зазначенням на ньому зовнішніх комунікацій, мереж (існуючих та проектованих) і території, призначеної під забудову. Для лінійних споруд наводиться план траси (за необхідності – поздовжній профіль траси).

2. Генеральний план, на який наносяться будівлі та споруди (існуючі та проектовані, ті, що реконструюються і підлягають знесенню), об'єкти охорони навколишнього природного середовища і благоустрою, озеленення та спеціальні рішення про розміщення внутрішньо-майданчикових інженерних мереж і транспортних комунікацій, планувальні позначки території та мережі, які входять до пускових комплексів.

3. Картограма земляних робіт.

Розділ III. Технологічна частина

1. Коротка характеристика і обґрунтування рішень щодо прийнятої технології виробництва та виділення технологічних вузлів.

2. Рішення із застосування маловідходних та безвідходних процесів і виробництв.

3. Дані про трудомісткість (верстатомісткість) виготовлення продукції, механізацію та автоматизацію технологічних процесів.

4. Склад та обґрунтування обладнання, яке застосовується (в тому числі придбаного по імпорту).

5. Кількість робочих місць та їх оснащеність.

6. Загальна чисельність працівників, у тому числі за категоріями і кваліфікацією.

7. Рішення з організації ремонтного господарства.

8. Дані про кількість та склад шкідливих викидів в атмосферу та водні джерела (наводяться по окремих цехах виробництва, спорудах).

9. Характеристика цехових і міжцехових комунікацій.

10. Рішення з теплопостачання, електропостачання та електрообладнання.

11. Пропозиції з експлуатації електроустановок.

12. Паливно-енергетичний та матеріальний баланси технологічних процесів.

13. Рішення щодо енергозбереження та застосування енергозберігаючих технологій.

Основні креслення

1. Принципові схеми технологічних процесів.

2. Технологічні компонування або планування по корпусах (цехах) із визначенням розміщення великогабаритного, унікального устаткування та транспортних засобів.

3. Схеми вантажопотоків (для великих підприємств). Принципові схеми електропостачання підприємства (будівлі, споруди).

4. Схеми трас магістральних і розподільних теплових мереж.

Розділ IV. Архітектурно-будівельні рішення

1. Коротка характеристика району ділянки будівництва.

2. Короткий опис та обґрунтування архітектурно-будівельних рішень щодо основних будівель та споруд.

3. Принципові рішення із прийнятої конструктивної схеми об'єктів (матеріали і характеристики елементів несучих конструкцій).

4. Обґрунтування принципових рішень із освітлення робочих місць, зниження виробничих шумів та вібрацій, побутового, санітарного обслуговування працюючих.

5. Заходи щодо електро-, вибухо- і пожежобезпеки, захисту будівельних конструкцій, мереж та споруд від корозії.

6. Основні рішення із водопостачання, каналізації, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

7. Рішення з енергозбереження.

8. Переліки індивідуальних проектів і проектів повторного застосування.

9. Рішення щодо захисних споруд цивільної оборони (оформляються у встановленому порядку).

Основні креслення

1. Плани, розрізи і фасади основних будівель та споруд із схематичним зображенням основних несучих та огороджувальних конструкцій, деталі утеплення огороджувальних конструкцій.

2. Перелік будівель та споруд із зазначенням використаних індивідуальних проектів і проектів повторного застосування (основні креслення).

3. Плани та профілі трас зовнішніх інженерних і транспортних комунікацій та основних внутрішньо-майданчикових мереж (для великих підприємств та споруд).

Для виробничих будівель із складними системами вентиляції та кондиціонування повітря можуть розроблятися плани та розрізи цих будівель із нанесенням згаданих систем, а також планів основних споруд водопроводу та каналізації, принципові схеми улаштування інженерного обладнання для будівель адміністративно-побутового, лабораторного призначення.

Розділ V. Організація будівництва

Склад, обсяг та зміст проектної документації розділу встановлюються відповідно до вимог та рекомендацій ДБН А.3.1-5. Зокрема, в цьому розділі наводиться така інформація. Відомості про генерального підрядника; категорію будівельної складності об'єкта; про потребу у будівельних конструкціях, виробах, деталях, напівфабрикатах, матеріалах і устаткуванні для будівництва об'єкта; про об'єми будівельно-монтажних робіт, календарний план виконання робіт; відомості про потреби в робочій силі, будівельних машинах і механізмах. У цьому розділі також даються основні рішення з організації і терміну будівництва.

Розділ VI. Кошторисна документація

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва з об'єктними та локальними кошторисними розрахунками виконується відповідно до вимог ДБН Д. 1.1-1-2000, які встановлюють основні правила визначення вартості нового будівництва, реконструкції підприємств, будівель і споруд і носять обов'язковий характер при визначенні вартості об'єктів, будівництво яких здійснюється із залученням бюджетних коштів або коштів підприємств, установ і організацій державної власності. По об'єктах, будівництво яких здійснюється за рахунок інших джерел фінансування, ці правила носять рекомендаційний характер, і їх застосування обумовлюється контрактом.

Розділ VII. Цивільне будівництво

Необхідність розробки цього розділу встановлюється в завданні на проектування.

У випадках, коли разом з об'єктом виробничого призначення необхідне будівництво нового або розширення існуючого міста (селища), до складу проекту включається проектна документація на цивільне будівництво у відповідному обсязі.

Робочий проект на будівництво, розширення і реконструкцію промислового об'єкта розробляють на підставі вихідних даних і завдання на проектування, а також погодженого ТЕО інвестицій (при його виконанні).

Робочий проект є стадією проектування, що призначена для погодження, затвердження проектної документації, а також для будівництва об'єкта.

Робочий проект складається із загальної пояснювальної записки і робочих креслень, кошторисної документації і розділу організації будівництва і має таку структуру.

I Загальні положення

1. Вихідні дані для проектування.
2. Пояснювальна записка.
3. Коротка характеристика об'єкта, дані про проектну потужність об'єкта (місткість, пропускна спроможність).
4. Дані інженерних досліджень.
5. Відомості про потреби в паливі, воді, електричній та тепловій енергії, заходи щодо енергозбереження тощо.
6. Відомості про черговість будівництва та пускові комплекси.
7. Матеріали ОВНС, включаючи дані щодо всіх очікуваних впливів на довкілля (земельні, водні та інші ресурси), їх мінімізація та компенсація.
8. Рішення з інженерного захисту територій і об'єктів.
9. Основні техніко-економічні показники.
10. Економічний розрахунок ефективності інвестицій (за вимогою інвестора).

II Архітектурно-будівельні рішення

1. Рішення та основні показники генерального плану, благоустрою та озелененню.

2. Короткий опис і обґрунтування архітектурних рішень та їх відповідність функціональному призначенню з урахуванням містобудівних вимог. Рішення щодо оздоблення будинку, споруди.

3. Основні рішення із прийнятої конструктивної схеми об’єктів (матеріали стін, перекриттів, покрівлі), обґрунтування застосованих типів фундаментів та інших конструкцій, теплоефективність огороджувальних конструкцій та теплофізичні характеристики.

4. Рішення щодо захисних споруд цивільної оборони оформляються за встановленим порядком.

5. Рішення вбудовано-прибудованих приміщень та об’єктів громадського призначення.

III Рішення з інженерного обладнання

1. Принципові рішення із внутрішнього та зовнішнього інженерного обладнання – опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, газопостачання, водопостачання і каналізації, електрообладнання, електроосвітлення, захисту від блискавок, зв’язку, пожежної та охоронної сигналізації, сигналізації, радіофікації, телебачення, автоматизації санітарно-технічних пристроїв, диспетчеризації, обладнання замково-переговорними пристроями (для житлових будинків), вимоги щодо енергозбереження.

2. Заходи щодо захисту від блукаючих струмів та антикорозійного захисту.

3. Інженерні рішення щодо протипожежних заходів.

Основні креслення

– ситуаційний план у масштабі 1:2 000, 1:5 000, 1:10 000.

– генеральний план на топографічній основі в масштабі 1:500, 1:1 000.

– принципові рішення з вертикального планування, благоустрою та озеленення.

– схема транспортно-пішохідних зв’язків (за необхідності).

– план трас зовнішніх інженерних мереж та комунікацій.

– плани трас внутрішньомайданчикових мереж і споруд до них.

– плани поверхів, фасади, розрізи будинків та споруд із схематичним зображенням основних несучих та огороджувальних конструкцій у масштабі 1:50, 1:100, 1:200. деталі огороджувальних конструкцій у масштабі 1:25.

– інтер’єри основних приміщень (розробляються додатково згідно із завданням на проектування).

– каталожні аркуші при використанні проектів масового застосування.

– плани поверхів, фасади і розрізи при використанні проектів повторного застосування.

– принципові схеми улаштування інженерного обладнання (опалення, вентиляції, холодного та гарячого водопостачання, каналізації, водостоків, електрообладнання, газо- та холодопостачання, кондиціонування повітря, зв’язку та сигналізації, автоматизації інженерного обладнання, пило- та димовидален-

ня, сміттєвидалення), принципові рішення щодо впровадження заходів з енергозбереження.

– технологічні компонування з планами розміщення (розташування) основного устаткування.

– вихідні дані на розробки конструкторської документації з обладнання індивідуального виготовлення.

IV Організація будівництва

Склад, обсяг та зміст проектної документації розділу встановлюються відповідно до вимог та рекомендацій ДБН А. 3.1 – 5.

V Кошторисна документація

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва з об’єктними та локальними кошторисними розрахунками виконується відповідно до вимог державних будівельних норм ДБН Д. 1.1 – 1, які встановлюють основні правила визначення вартості нового будівництва, реконструкції будівель і споруд і носять обов’язковий характер при визначенні вартості об’єктів, будівництво яких здійснюється із залученням бюджетних коштів або коштів підприємств, установ і організацій державної власності. Щодо об’єктів, будівництво яких здійснюється за рахунок інших джерел фінансування, ці правила носять рекомендаційний характер, і їх застосування обумовлюється контрактом.

Склад і зміст розділів робочого проекту можуть уточнюватися і доповнюватися замовником у завданні на проектування залежно від особливостей проектованого об’єкта.

1.5. Проектування, як етап життєвого циклу об’єкта

Життєвий цикл – період існування об’єкта, включає етапи:

- проектування;
- будівництво (виготовлення);
- експлуатація;
- утилізація.

Етап проектування є ключовим. Інформація, що визначає об’єкт (проект), складена на цьому етапі, визначає такі етапи будівництва (виготовлення) і експлуатації.

Життєвий цикл об’єкта завершується з припиненням його експлуатації. Експлуатація об’єкта припиняється або в результаті втрати працездатності внаслідок фізичного зношування – виходу значень параметрів об’єкта за межі припустимих відхилень від номінальних значень, або в результаті морального старіння – втрати соціальної і техніко-економічної ефективності в результаті постійних змін у всіх областях діяльності, які приводять, в решті-решт до появи більш досконалих об’єктів-конкурентів. У всякому разі, об’єкт, експлуатацію якого припинено, підлягає утилізації.

Об’єкти, що утворюються і експлуатуються на основі одного і того ж проекту («близнюки»), існують у межах одного і того ж життєвого циклу. При ре-

монті або заміні фізично зношеного об’єкта на фізично не зношений такий же об’єкт інформація, що визначає об’єкти (проект), не змінюється.

У випадку морального старіння, життєвий цикл може бути відтворений тільки на більше високому якісному рівні – на підставі нового проекту, що визначає об’єкт нового покоління, ефективність якого вище ефективності застарілого і не поступається або перевершує ефективність об’єкта-конкурента.

Новий проект зберігає значну частину інформації, що визначала морально застарілий об’єкт, ураховує досвід його будівництва (виготовлення) і експлуатації, і містить у собі нову інформацію, насамперед, з областей наукової, винахідницької, виробничої і споживчої діяльності.

Окремими випадками відтворення життєвого циклу об’єкта є *реконструкція* – повна перебудова, *модернізація* – зміна частин об’єкта, *скорочення або розширення* виробництва і *конверсія* виробництва – організація випуску іншої продукції з використанням об’єкта.

При кожному відтворенні життєвого циклу об’єкт удосконалюється.

Якщо підходити більш детально до життєвого циклу технічного об’єкту (ТО) на відрізку від проектування до експлуатації, то можна визначити такі стадії (рис. 1.4).

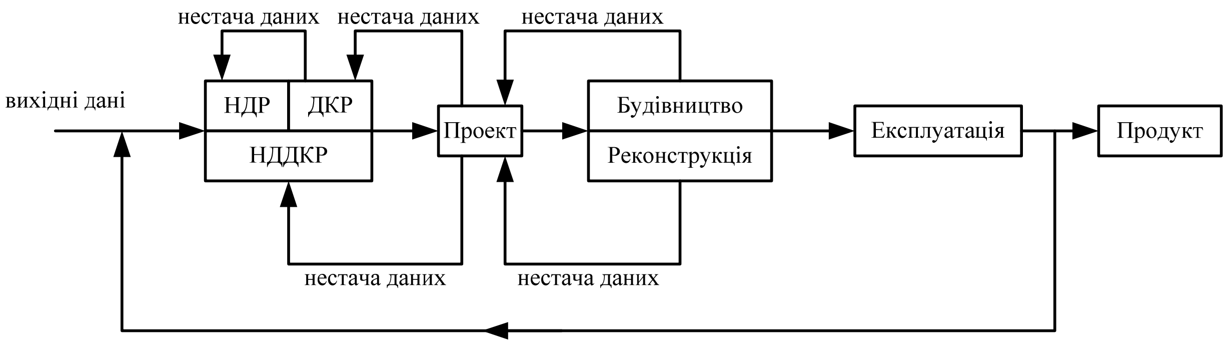


Рис. 1.4. Життєвий цикл технічного об’єкту

НДР – науково-дослідна робота – виконується в науково-дослідних і проектно-конструкторських інститутах. Як правило, ця стадія не вимагає великих часових витрат (1–5 років). Інститути видають величезну кількість заяв та отримують патенти, з яких мають попит лише 4 %. З маси, що залишилася, не складно підібрати потрібний патент. Для прискорення цієї стадії доцільно використовувати АСНД – автоматизовані системи наукових досліджень.

ДКР – дослідно-конструкторська розробка – передбачає перенесення текстових і графічних даних науково-дослідної роботи на реальні пілотні установки. Тривалість цієї стадії – від 1 до 2 років.

НДДКР – науково-дослідницька, дослідно-конструкторська розробка – ця стадія поєднує в собі попередні дві й використовується при реконструкціях існуючих підприємств. Реконструкція не вимагає глибокої наукової проробки, бо процес відомий і перевірений практикою, тому стадія НДР мінімізується.

Проект виробництва – це комплекс технічної документації, необхідної для спорудження об’єкта. У проект, як вказувалось вище, входять пояснювальні

записки, інженерно-технічні розрахунки, креслення, технологічні регламенти, відомості про поставку сировини й видалення відходів виробництва, інформація про організацію праці, кошторису на всі виробничі й культурно-побутові споруди проектованого об'єкта. На розробку проекту витрачається від 1 до 5 років.

Будівництво, реконструкція – займає від 1 до 5 років. Реконструкція діючих підприємств доцільніша, ніж будівництво нових, і відсоток її значно вищий. Значне прискорення цієї стадії досягається при використанні уніфікованих і типових конструкцій, будівельних елементів.

Експлуатація – проектом закладено термін служби хімічного підприємства близько 15 років. Застосування АСКТП – автоматичної системи керування технологічним процесом – на даній стадії дозволяє збільшити продуктивність і підвищити якість продукції.

Таким чином, можна підрахувати життєвий цикл хіміко-технологічної системи, який становить у середньому 25 років.

1.6. Системний аналіз процесу проектування

Технічні системи включають технологію і засоби її реалізації. Технологією є окремий спосіб або сукупність способів обробки, виготовлення, зміни стану, властивостей або форми сировини, матеріалів або напівфабрикатів. Наприклад, технологія металів, технологія машинобудування, хімічна технологія, будівельна технологія.

Засобами реалізації технології виступають різні вироби (пристрої). Вони призначені для проведення процесів, зв'язку, контролю і керування. Наприклад, верстати, апарати і машини; трубопроводи, транспортери і конвеєри; датчики і прилади. Для розміщення цих засобів використаються будинки і споруди.

Можна відрізнити малі і великі технічні системи. Мала система однозначно визначається властивостями процесів, що протікають у ній, і звичайно обмежена одним процесом, що може бути складним, і його внутрішніми зв'язками. Прикладом малої системи є пристрій (апарат, машина, верстат і т.п.), у якому здійснюється типовий процес.

Великі системи являють собою сукупність малих систем (підсистем) і відрізняються від них кількісно і якісно. Великі системи визначаються властивостями різних, одночасно здійснюваних процесів, їхні підсистеми складно зв'язані між собою. Прикладом великої системи може служити завод, цех, установка.

Об'єктами проектування є як малі, так і великі системи. При проектуванні малої системи інформація, що визначає об'єкт, обмежена конструкцією і принципом дії пристрою, які забезпечують задані параметри процесу, інакше – реалізацію заданої технології. Таке проектування є проектуванням для виготовлення об'єкта (виробу) і називається конструкторським проектуванням, або конструюванням.

При проектуванні великої системи інформація, що визначає об'єкт, включає сукупність відомостей про підсистеми, їхні зв'язки, засоби керування, ін-

фраструктуру, будівлі або споруди, земельну ділянку, взаємодію з навколишнім середовищем та ін., що забезпечують задані параметри системи процесів, інакше – реалізацію заданої технології. Це проектування є проектуванням для будівництва об'єкта і називається будівельним проектуванням, або проектуванням.

Основні ідеї і принципи проектування складних систем виражені в системному підході. Для фахівця у області системотехніки вони є очевидними і природними, проте їх дотримання і реалізація часто пов'язані з певними труднощами, обумовленими особливостями проектування. Зазвичай інженери застосовують системний підхід на рівні інтуїції, часто навіть не розуміючи цього. Проте інтуїтивний підхід без знання правил системного аналізу може виявитися недостатнім для вирішення завдань інженерної діяльності, що все більш ускладнюються.

Перш ніж перейти до розгляду застосування системного аналізу у проектуванні, розглянемо деякі визначення.

Хіміко-технологічна система – це цілеспрямована сукупність процесів, апаратів і машин хімічної технології, яка забезпечує проведення технологічних операцій хімічної і фізичної переробки сировини в продукти споживання або в напівфабрикати.

Аналіз як пізнавальна операція – це уявне, а також часто і реальне розчленовування (розкладання, або декомпозиція) на деякі частини (елементи), ознаки, характеристики, чинники об'єкта (предмету, явища або процесу), властивостей предметів або відносин (взаємозв'язків) між предметами.

Синтез, як пізнавальна операція – це уявне об'єднання в єдине ціле різних частин (елементів), властивостей або сторін об'єктів.

Оптимізація – цілеспрямована діяльність, що забезпечує отримання якнайкращих в певному значенні результатів за відповідних умов і обмежень. Синтез технічної системи – це створення принципів і способу її функціонування, розробка структури, визначення параметрів і характеристик, що входять в систему, які забезпечують необхідні цілі функціонування системи в цілому.

Системний підхід – наукова методологія, яка усі об'єкти розглядає як системи. Під системою ми зазвичай розуміємо сукупність елементів (підсистем), тим або іншим чином виділених з навколишнього середовища, що знаходяться в суттєвих і чітко визначених зв'язках між собою.

Істотною властивістю системи є її емерджентність, тобто наявність якоїсь властивості або властивостей, характерних тільки для системи в цілому і відсутніх у її елементів окремо. Цю властивість також називають інтегративністю.

Поряд з інтегративністю, систему характеризує «членимість» – тобто, можливість розділити її на елементи, підсистеми. Слід зазначити, що цей поділ не завжди буває однозначним. Тобто систему можна розділити на елементи різними способами. Кожен елемент системи, в свою чергу, можна розглядати як систему, що складається з більш дрібних елементів. Іншими словами в системі може існувати ієрархія: система, підсистема (елемент системи), підсистема підсистеми (елемент підсистеми) і так далі.

Елементи системи повинні бути пов'язаними між собою, причому сила зв'язків елементів усередині системи повинна бути більшою, ніж їх зв'язок з

навколишнім середовищем. Інакше виникає конфлікт між «інтересами» елементів і системи в цілому.

Зв'язки всередині системи повинні створювати певну структуру. Характерно, що системи, які складаються з однакових елементів, але мають різні структури зв'язків між елементами, будуть мати і різні інтегративні властивості.

Основний загальний принцип системного підходу полягає в розгляданні частин явища або складної системи з урахуванням їх взаємодії. Системний підхід включає виявлення структури системи, типізацію зв'язків, визначення атрибутів, аналіз впливу зовнішнього середовища.

У техніці дисципліну, в якій досліджуються складні технічні системи, їх проектування і яка аналогічна теорії систем, частіше називають *системотехнікою.* Предметом системотехніки є, по-перше, організація процесу створення, використання і розвитку технічних систем, по-друге, методи і принципи їх проектування і дослідження. У системотехніці важливо уміти сформулювати цілі системи і організувати її розгляд з позицій сформованих цілей. Тоді можна відкинути зайві і малозначущі частини при проектуванні і моделюванні, перейти до постановки оптимізаційних завдань.

Системи автоматизованого проектування і управління належать до найбільш складних сучасних штучних систем. Їх проектування і супровід неможливі без системного підходу. Тому ідеї і положення системотехніки входять складовою частиною в дисципліни, присвячені вивченню сучасних автоматизованих систем і технологій їх застосування.

Інтерпретація і конкретизація системного підходу мають місце у ряді відомих підходів з іншими назвами, які також можна розглядати як компоненти системотехніки. Це структурний, блоково-ієрархічний, об'єктно-орієнтований підходи.

При *структурному підході,* який є різновидом системного, потрібно синтезувати варіанти системи з компонентів (блоків) і оцінювати варіанти при їх частковому переборі з попереднім прогнозуванням характеристик компонентів.

Блоково-ієрархічний підхід до проектування використовує ідеї декомпозиції складних описів об'єктів і відповідно засобів їх створення на ієрархічні рівні і аспекти, вводить поняття стилю проектування (висхідне і нисхідне), встановлює зв'язок між параметрами сусідніх ієрархічних рівнів.

Ряд важливих структурних принципів, що використовуються при розробці інформаційних систем і перш за все їх програмного забезпечення, виражений в *об'єктно-орієнтованому підході* до проектування.

Для всіх підходів до проектування складних систем характерні такі особливості.

1. Структуризація процесу проектування, що виражається в декомпозиції проектних завдань і документації, тобто виділенням стадій, етапів, проектних процедур. Ця структуризація є суттю блоково-ієрархічного підходу до проектування.

2. Ітераційний характер проектування. Якщо результат розробки того, чи іншого елемента проекту не відповідає комплексу заданих параметрів, то виникає потреба його переробки на інших засадах.

3. Типізація і уніфікація проектних рішень і засобів проектування.

Виробництва, або технологічні установки, хімічної, нафтопереробної, газопереробнщї і біохімічної промисловості як об'єкти науково-інженерної діяльності є різного рівня складності хіміко-технологічними системами, які використовують для випуску різноманітних продуктів і напівфабрикатів величезні кількості всіх видів сировини, паливно-енергетичних ресурсів і конструкційних матеріалів, а також води і повітря.

Розрахунок і оптимізація технологічних режимів окремих хіміко-технологічних процесів і апаратів без урахування їх взаємозв'язків з рештою процесів і апаратами даного виробництва можуть призвести до неоптимальних значень параметрів технологічних режимів і показників ефективності функціонування всієї технологічної установки в цілому.

Тому при проектуванні складних технічних об'єктів необхідно розглядати:

– методи і алгоритми аналізу хіміко-технологічних систем на основі використання системного підходу в хімічній технології і різних класів топологічних моделей (графів);

– декомпозиційні методи рішення багатовимірних систем рівнянь математичних моделей технічних систем з урахуванням розрядженої їх інформаційної структури;

– дворівневі методи оптимізації технічних систем;

– методологію пошуку оптимальних рішень задач синтезу ресурсозберігаючих технологій.

Системний підхід в хімічній технології – це методологічний напрям, основна мета якого полягає в розробці загальної стратегії, а також неформалізованих або евристичних, або формалізованих методів комплексного дослідження і створення складних технологічних процесів і систем різних типів і класів.

Системний підхід припускає, що взаємозв'язок і взаємодія технологічних процесів, що входять в технічну систему, забезпечує появу принципово нових властивостей, які не притаманні її окремим елементам, апаратам, технологічним операціям.

До основних розділів системотехніки хімічних виробництв належать: теорія ідентифікації ХТС, теорія аналізу, теорія оптимізації, теорія синтезу, теорія надійності, теорія екологічної безпеки.

Описання технічних об'єктів повинно бути за складністю узгоджено з можливостями сприйняття людиною і можливостями оперування описанням в процесі їх перетворення за допомогою наявних засобів проектування. Проте виконати цю вимогу в рамках деякого єдиного опису, не розчленовуючи його на окремі складові частини, вдається лише для простих виробів. Як правило, потрібно структурування описів і відповідне розчленовування уявлень про проектовані об'єкти на ієрархічні рівні й аспекти. Це дозволяє розподіляти роботи з проектування складних об'єктів між підрозділами проектної організації, що

сприяє підвищенню ефективності і продуктивності праці проектувальників. Розподіл описів за ступенем деталізації відображуваних властивостей і характеристик об'єкту лежить в основі *блочно-ієрархічного підходу до проектування* і призводить до появи *ієрархічних рівнів* (рівнів абстрагування) в уявленнях про проектований об'єкт.

На кожному ієрархічному рівні використовуються свої поняття системи і елементів. На рівні 1 (верхньому рівні) складний об'єкт розглядається як система S із n взаємозалежних і взаємодіючих елементів S_i (рис. 1.5).

Кожен з елементів в описі рівня 1 являє собою також досить складний об'єкт, що, у свою чергу, розглядається як система S_i на рівні 2. Елементами систем S_i є об'єкти S_{ij}, j = 1, 2…m_i (де m_i – кількість елементів в описі системи S_i). Як правило, виділення елементів S_{ij} відбувається за функціональною ознакою. Подібний поділ продовжується аж до одержання на деякому рівні елементів, описування яких подальшому розподілу не підлягають. Такі елементи стосовно об'єкта $\boldsymbol{S}$ називають *базовими елементами*.

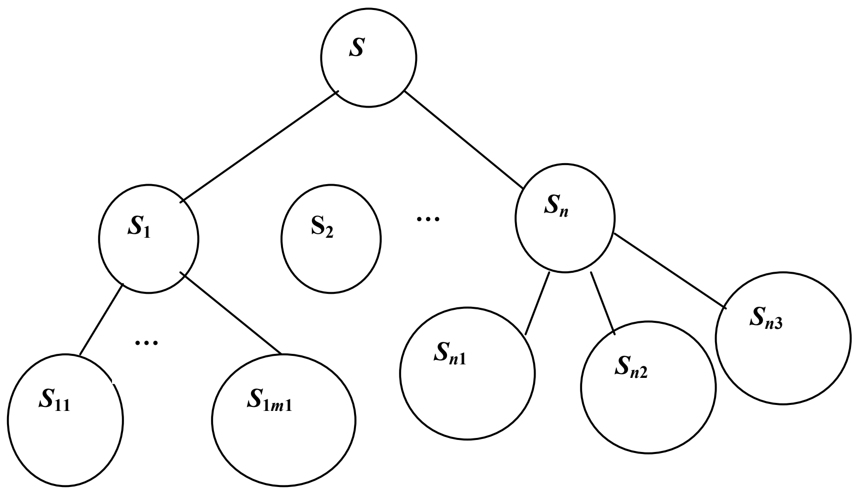


Рис. 1.5. Ієрархичні рівні описування об'єктів, що проектуються

Таким чином, *принцип ієрархічності* означає структурування уявлень про об'єкти проектування за ступенем деталізації описів, а *принцип декомпозиції* (*блочності*) – розбивка уявлень кожного рівня на ряд складових частин (блоків) із можливостями роздільного (поблочного) проектування об'єктів S_i на рівні 1, об'єктів S_{ij} на рівні 2 і т.д.

Крім розчленовування описів за ступенем подробиць відображення властивостей об'єкта, що породжує ієрархічні рівні, використовують декомпозицію описів за характером відображуваних властивостей об'єкта. Така декомпозиція призводить до появи ряду аспектів описів. Найбільш значними є функціональний, конструкторський і технологічний аспекти. Вирішення задач, пов'язаних із перетворенням або одержанням описів щодо цих аспектів називають відповідно функціональним, конструкторським і технологічним проектуванням.

Функціональний аспект пов'язаний із відображенням основних принципів функціонування, характеру фізичних та інформаційних процесів, що протікають в об'єкті і знаходять вираження в принципових, функціональних, структурних, кінематичних схемах і у їх супровідних документах.

Конструкторський аспект пов'язаний із реалізацією результатів функціонального проектування, тобто з визначенням геометричних форм об'єктів і їхнього взаємного розташування в просторі.

Технологічний аспект належить до реалізації результатів конструкторського проектування, тобто пов'язаний з описанням методів і засобів виготовлення об'єктів.

Можливе більш диференційоване описання властивостей об'єкта з виділенням у ньому ряду підсистем і відповідного числа аспектів. Наприклад, функціональний аспект можна розділити за фізичними основами, що описують явища на аспекти електричний, механічний, гідравлічний, хімічний і т.п.

У середині кожного аспекту можливе своє специфічне виділення ієрархічних рівнів. Так, функціональний аспект описання устаткування містить у собі відзначені вище ієрархічні рівні принципових, функціональних і структурних схем. У той же час конструкторському аспекту описання обладнання підприємств властива своя ієрархія рівнів, у якому виділяють рівні типових елементів (апаратів, процесів).

При використанні блоково-ієрархічного підходу до проектування уявлення про проектовану систему розчленовують на *ієрархічні рівні.* На верхньому рівні використовують найменш деталізоване уявлення, що відображає тільки найзагальніші риси і особливості проектованої системи. На наступних рівнях ступінь деталізації описання зростає, при цьому розглядають вже окремі блоки системи, але з урахуванням впливу на кожен з них його сусідів. Такий підхід дозволяє на кожному ієрархічному рівні формулювати завдання прийнятної складності, що піддаються вирішенню за допомогою наявних засобів проектування. Розбиття на рівні повинне бути таким, щоб документація на блок будь-якого рівня була зрозумілою для сприйняття однією людиною.

Іншими словами, блоково-ієрархічний підхід являє собою декомпозиційний підхід, який заснований на розбитті складного завдання великої розмірності на групи завдань малої розмірності, що вирішуються послідовно і (або) паралельно. Це істотно скорочує вимоги до використовуваних обчислювальних ресурсів або час рішення задач.

Можна говорити про ієрархічні рівні не тільки специфікацій, але і проектування, розуміючи під кожним з них сукупність специфікацій деякого ієрархічного рівня спільно з постановками завдань, методами отримання описів і вирішення виникаючих проектних задач.

Список ієрархічних рівнів може бути специфічним, але для більшості застосувань характерним є таке найбільш крупне виділення рівнів:

- *системний* рівень, на якому вирішують найбільш загальні задачі проектування систем, машин і процесів; результати проектування представляють у вигляді структурних схем, генеральних планів, схем розміщення устаткування, діаграм потоків даних і т. п.;

• *макрорівень,* на якому проектують окремі пристрої, вузли машин і приладів; результати представляють у вигляді функціональних, принципових і кінематичних схем, складальних креслень і т. п.;

• *мікрорівень,* на якому проектують окремі деталі і елементи машин і апаратів.

У кожному застосуванні число рівнів, що виділяються, і їх найменування можуть бути різними.

Залежно від послідовності рішення задач ієрархічних рівнів розрізняють нисхідне, висхідне і змішане проектування (стилі проектування). Послідовність вирішення задач від нижніх рівнів до верхніх характеризує *висхідне проектування,* зворотна послідовність приводить до *нисхідного проектування,* в змішаному стилі є елементи як висхідного, так і нисхідного проектування. В більшості випадків для складних систем віддають перевагу нисхідному проектуванню. Відзначимо, проте, що за наявності наперед спроектованих складених блоків (пристроїв) можна говорити про змішане проектування.

У кожного з цих двох видів проектування є переваги і недоліки. При нисхідному проектуванні система розробляється в умовах, коли її елементи ще не визначені і, отже, знаня про їхні можливості і властивості носять передбачуваний характер. При висхідному проектуванні, навпаки, елементи проектируются раніш системи, і, отже, передбачуваний характер мають вимоги до елементів. У обох випадках через відсутність вичерпної вихідної інформації мають місце відхилення від потенційно можливих оптимальних технічних результатів. Проте потрібно пам’ятати, що подібні відхилення неминучі при блочно-ієрархічному підході до проектування і що якої прийнятної альтернативи блочно-ієрархічному підходові при проектуванні складних об’єктів не існує. Тому оптимальність результатів блочно-ієрархічного проектування варто розглядати з позицій техніко-економічних показників, що включають у себе, зокрема, матеріальні і часові витрати на проектування. Оскільки прийняті припущення можуть не виправдатися, часто потрібно повторне виконання проектних процедур попередніх етапів після виконання проектних процедур наступних етапів. Такі повторення забезпечують послідовне наближення до оптимальних результатів і обумовлюють ітераційний характер проектування. Отже, ітераційність потрібно відносити до важливих принципів проектування складних об’єктів.

На практиці звичайно суміщують висхідне і нисхідне проектування. Наприклад, висхідне проектування має місце на всіх тих ієрархічних рівнях, на яких використовуються уніфіковані елементи. Очевидно, що уніфіковані елементи, орієнтовані на застосування в ряді різноманітних систем визначеного класу, розробляються раніш, ніж та або інша конкретна система з цього класу.

Разом з декомпозицією описів на ієрархічні рівні застосовують розділення уявлень про проектовані об’єкти на вже згадувані вище аспекти.

Аспект описання – описання системи або її частини з деякої обумовленої точки зору, що визначена функціональними, фізичними або іншого типу відносинами між властивостями і елементами.

Поряд з вже згадуваним функціональним аспектом часто також розрізняють інформаційний, структурний і поведінковий аспекти. Функціональний опис відносять до функцій системи і найчастіше представляють його функціональними схемами. Інформаційний опис включає основні поняття наочної області (суть), словесне пояснення або числові значення характеристик (атрибутів) використовуваних об'єктів, а також описання зв'язків між цими поняттями і характеристиками. Інформаційні моделі можна представляти графічно (графи, діаграми), у вигляді таблиць або списків. Структурний опис відноситься до морфології системи, характеризує складові частини системи і їх взаємозв'язок і може бути представлений структурними схемами, а також різного роду конструкторською документацією. Поведінковий опис характеризує процеси функціонування (алгоритми) системи і (або) технологічні процеси створення системи. Іноді аспекти описів пов'язують з підсистемами, функціонування яких засноване на різних фізичних процесах.

Остаточний опис проектованого об'єкта являє собою повний комплект схемної, конструкторської і технологічної документації, оформленої відповідно до вимог єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД) і призначеної для використання в процесі виготовлення й експлуатації цього об'єкта. Також відповідно до ЄСКД оформляються і деякі проміжні проектні рішення. Проте для проміжних рішень, призначених для використання власне при проектуванні, характерні специфічні форми представлення, прийняті в даній системі проектування. Зокрема, описи можуть приймати різноманітну мовну форму і знаходитися в різноманітних запам'ятовуючих пристроях САПР. Важливе значення в цих описах мають математичні моделі об'єктів проектування, тому що виконання проектних процедур при автоматизованому проектуванні засновано на оперуванні математичними моделями.

Математична модель (ММ) технічного об'єкта – це система математичних об'єктів (чисел, змінних, матриць, множин і т.п.) і відношень між ними, що відбиває деякі властивості технічного об'єкта. При проектуванні використовують математичні моделі, що відбивають властивості об'єкта, істотні з інженерних позицій. Серед властивостей об'єкта, відображуваних в описах на визначеному ієрархічному рівні, у тому числі в ММ, розрізняють властивості систем, елементів систем і зовнішнього середовища, у якому повинен функціонувати об'єкт. Кількісне вираження цих властивостей здійснюється за допомогою величин, називаних параметрами. Величини, що характеризують властивості системи, елементів системи і зовнішнього середовища, називають відповідно *вихідними*, *внутрішніми* і *зовнішніми* параметрами.

Проектування машин та апаратів, як процес, що розвивається у часі, так само, як і розглянуте вище проектування промислових підприємств розчленовується на стадії, етапи, проектні процедури і операції. При проектуванні складних систем видокремлюють стадії передпроектних досліджень, технічного завдання і технічної пропозиції, ескізного, технічного, робочого проектів, випробувань і впровадження у виробництво.

На стадіях *передпроектних досліджень*, технічного завдання і технічної пропозиції на підставі вивчення потреб суспільства в одержанні нових виробів,

науково-технічних досягнень у даній і суміжній галузях промисловості, наявних ресурсів визначають призначення, основні принципи побудови технічного об'єкта і формулюють технічне завдання (ТЗ) на його проектування. Ці стадії називають також стадіями науково-дослідних робіт (НДР).

На стадії *ескізного проекту* (інакше – стадії дослідно-конструкторських робіт – ДКР) перевіряється коректність і реалізуемість основних принципів і положень, що визначають функціонування майбутнього об'єкта, і створюється його ескізний проект.

На стадії *технічного проекту* виконується всебічна проробка всіх частин проекту, конкретизуються і деталізуються технічні рішення.

На стадії *робочого проекту* формується уся необхідна документація для виготовлення виробу. Далі створюється і випробовується дослідний зразок або пробна партія виробів, за результатами випробувань вносяться необхідні корективи в проектну документацію, після чого здійснюється впровадження у виробництво на обраному підприємстві.

Проектна процедура називається типовою, якщо вона призначена для багатократного застосування при проектуванні багатьох типів об'єктів. Класифікація типових проектних процедур подана на рис. 1.6.

Розрізняють проектні процедури аналізу і синтезу. Синтез полягає в створенні опису об'єкта, а аналіз – у визначенні властивостей і дослідженні працездатності об'єкта за його описанням, тобто при синтезі створюються, а при аналізі оцінюються проекти об'єктів.

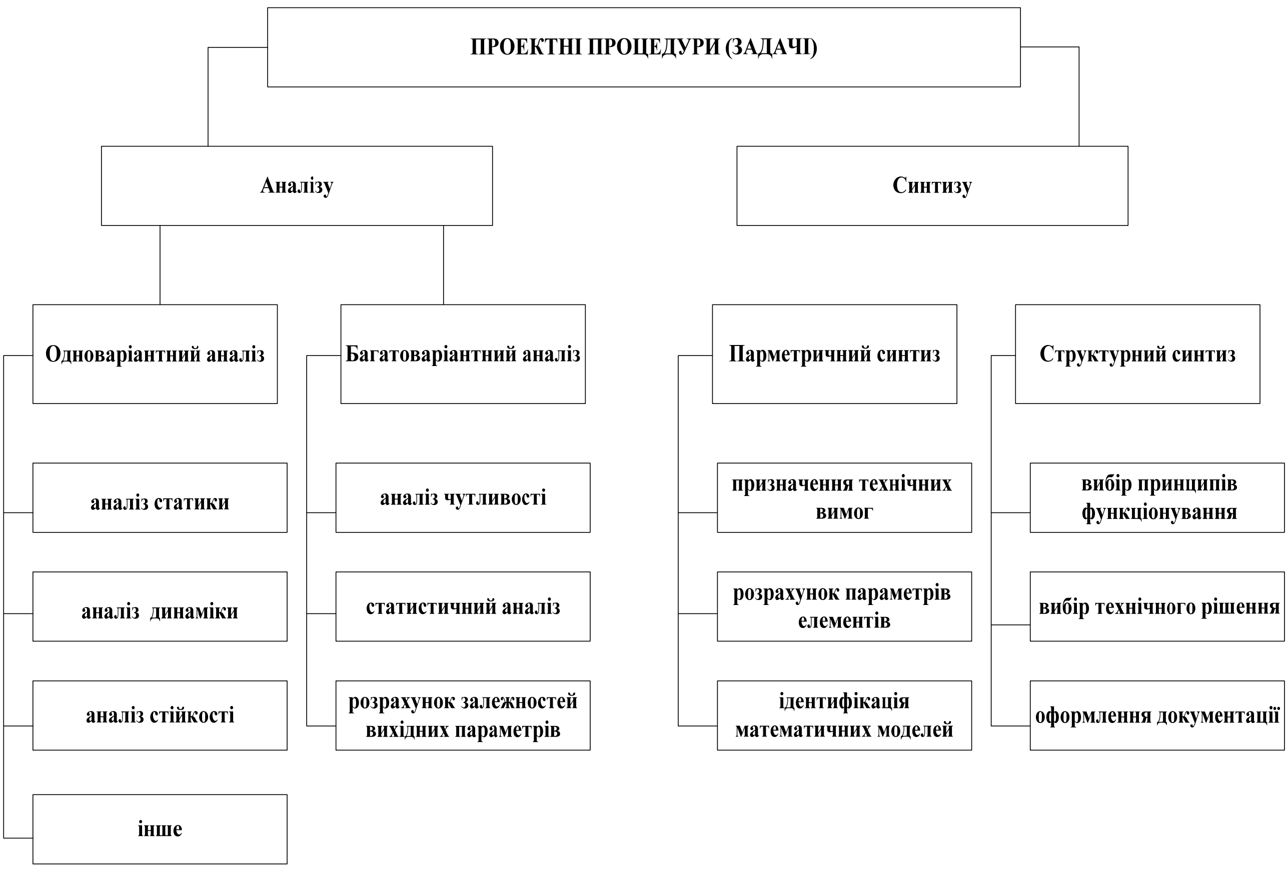


Рис. 1.6. Класифікація типових проектних процедур

Процедури аналізу діляться на процедури одно- і багатоваріантного аналізу.

При одноваріантному аналізі значення внутрішніх і зовнішніх параметрів задані, потрібно визначити значення вихідних параметрів об'єкта. Корисно використовувати геометричну інтерпретацію цієї задачі, пов'язану з поняттям простору внутрішніх параметрів. Цей $\boldsymbol{n}$-мірний простір, у якому для кожного з внутрішніх параметрів $\boldsymbol{x_i}$ виділена координатна вісь. При одноваріантному аналізі задається також деяка точка в просторі внутрішніх параметрів і потрібно в цій точці визначити значення вихідних параметрів. Подібна задача звичайно зводиться до однократного рішення рівнянь, що складають математичну модель, що й обумовлює назва цього виду аналізу.

Багатоваріантний аналіз полягає в дослідженні властивостей об'єкту в деякій області простору внутрішніх параметрів. Такий аналіз потребує багатократного рішення систем рівнянь (багатократного виконання одноваріантного аналізу). *Процедури синтезу* поділються на процедури структурного і параметричного синтезу.

Метою структурного синтезу є визначення *структури об'єкта* – переліку типів елементів, що складають об'єкт, і засобу зв'язку елементів між собою в складі об'єкта.

Параметричний синтез полягає у визначенні числових значень параметрів елементів при заданих структурі й умовах працездатності на вихідних параметрах об'єкта, тобто при параметричному синтезі потрібно знайти точку або область у просторі внутрішніх параметрів, у яких виконуються ті або інші умови (звичайно умови працездатності).

На рис. 1.7 подана типова послідовність проектних процедур на одному з етапів нисхідного проектування. На попередньому етапі вирішувалися задачі k-ого ієрархічного рівня, одним із результатів рішення цих задач при нисхідному проектуванні є формулювання ТЗ на проектування систем (k + 1)-го рівня.

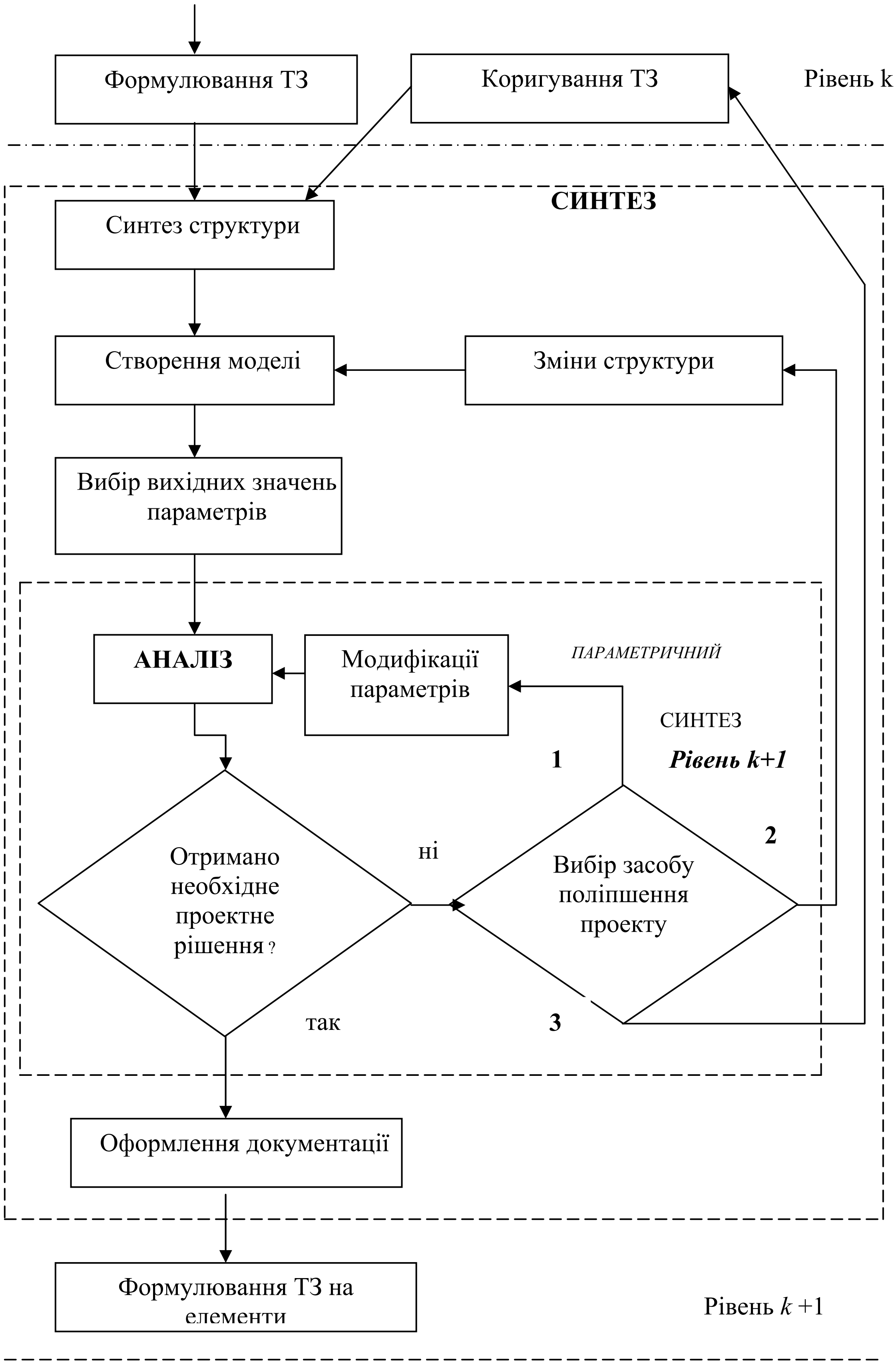


Рис.1.7. Схема процесу проектування

Проектування системи починається із синтезу вихідного варіанта її структури. Для оцінки цього варіанта створюється модель: математична – при автоматизованому проектуванні, експериментальна або стенд – при неавтоматизированном проектуванні. Після вибору вихідних значень параметрів елементів виконується аналіз варіанта, за результатами якого стає можлива його оцінка. Звичайно, оцінка полягає в перевірці виконання умов працездатності, сформульованих у ТЗ. Якщо умови працездатності виконуються належною мірою, то отримане проектне рішення приймається, система (k+1)-его рівня описується в прийнятій формі і формулюються ТЗ на проектування елементів данного рівня (тобто систем наступного рівня). Якщо ж отримане проектне рішення незадовільне, вибирається один із можливих шляхів поліпшення проекту.

Зазвичай, простіше усього здійснити зміни числових значень параметрів елементів, що складають вектор X, тобто піти шляхом 1.

Сукупність процедур модифікації X, аналізу і оцінки результатів аналізу являє собою процедуру параметричного синтезу. Якщо модифікації X цілеспрямовані і підпорядковані стратегії пошуку найкращого значення деякого показника якості, то процедура параметричного синтезу є процедурою *оптимізації*. Можливо, що шляхом параметричного синтезу не вдасться домогтися прийнятного ступеня виконання умов працездатності. Тоді використовують інший шлях, пов'язаний із модифікаціями структури (шлях 2).



Рис. 1.8. Вкладеність процедур

Синтезується новий варіант структури, і для нього повторюються процедури формування моделі і параметричного синтезу. Якщо не вдається одержати прийнятне проектне рішення і на цьому шляху, то ставиться питання про коригування ТЗ, сформульованого на попередньому етапі проектування (шлях 3). Таке коригування часто потребує повторного виконання ряду процедур k-го ієрархічного рівня, що й обумовлює ітераційний характер проектування. Рис. 1.8 дозволяє встановити характерну рису взаємозв'язку проектних процедур аналізу і синтезу. Цей взаємозв'язок має характер вкладеності процедури аналізу в процедуру оптимізації (параметричного синтезу) і процедури оптимізації в процедуру синтезу, що об'єднує синтез структурний і параметричний. Вкладеність процедур показана на рис. 1.8. Вкладеність означає, по-перше, що аналіз входить як складова частина в оптимізацію, а оптимізація – у синтез, по-друге, що однократне виконання процедури оптимізації потребує багатократного виконання процедури аналізу, а однократне рішення задачі синтезу – багатократного рішення задачі оптимізації.

Очевидно, що такий же характер взаємодії мають процедури аналізу – однократний багатоваріантний аналіз заснований на багатократному одноваріантном аналізі. Неважко підрахувати, що синтез проектного рішення на черговому етапі проектування може зажадати виконання надмірно великої кількості варіантів аналізу. Якщо ввести коефіцієнт f_{ij}, рівний кількості виконання процедури i, вкладеної в процедуру j, при однократному виконанні процедури j, а процедурам синтезу, оптимізації, багатоваріантного й одноваріантного аналізу привласнити номера відповідно 1, 2, 3, 4, тоді

$$f_{41} = f_{21} \cdot f_{32} \cdot f_{43}$$

При синтезі об'єкта проглядається f_{21} варіантів його структури, кожен варіант структури оптимизируется з виконанням f_{32} кроків оптимізації, а кожний крок оптимізації полягає в оцінці об'єкта, що потребує f_{43} варіантів аналізу; нехай $f_{21} = f_{32} = f_{43} = 40$. Тоді буде потрібно $f_{41} = 6{,}4 \cdot 10^4$ варіантів аналізу – розв'язання рівнянь математичної моделі об'єкта. Подібна задача може виявитися непосильною для сучасних ЕОМ, якщо порядок системи рівнянь достатньо високий.

Наведений вище приклад свідчить про велику трудомісткість проектування і про необхідність пошуку шляхів скорочення цієї трудомісткості. Розробка засобів скорочення витрат обчислювальних ресурсів на виконання проектних процедур – актуальна проблема автоматизованого проектування.

Один із шляхів рішення цієї проблеми – застосування досить точних і складних математичних моделей і алгоритмів аналізу тільки на завершальних ітераціях синтезу. Для більшості варіантів структури, що переглядаються, при цьому виконується лише орієнтована оцінка на основі непрямих критеріїв, спрощених моделей і алгоритмів. Така оцінка дозволить без істотних витрат обчислювальних ресурсів відсіяти більшість безперспективних варіантів і лишити для ретельного аналізу невелике число варіантів.

Залежно від можливостей формалізації задачі синтезу поділяються на кілька рівнів складності.

До I рівня складності відносять задачі, у яких потрібно виконання лише параметричного синтезу, а структура об'єкта визначена або специфікою ТЗ, або результатами процедур, виконаних на попередніх етапах проектування.

До II рівня складності відносять задачі, у яких можливий повний перебір відомих рішень. Отже, це комбінаторні задачі, тобто задачі вибору елементів у кінцевих множинах, причому в множинах малої потужності. У цих задачах або елементи множини структур являють собою заздалегідь складені і включені в базу даних описи структур, або є алгоритм, що дозволяє по черзі одержувати й аналізувати всі елементи множини за прийнятний час.

До III рівня складності відносять комбінаторні задачі, що при існуючих технічних і програмних засобах не можуть бути вирішені шляхом повного перебору за прийнятний час. Є велика кількість практичних важливих задач син-

тезу, що відносяться до III рівня. Прикладами таких задач є задачі компонування і розміщення заданого устаткування в обмежених просторах, проведення трас, більшості процедур оформлення технічної документації. До третього рівня зводяться багато задач синтезу більш високих рівнів при прийнятті відповідних обмежень і допущень.

До IV рівня складності відносять задачі пошуку варіантів структур у рахункових множинах невідомої чи необмеженої потужності. Формалізація саме таких задач представляє найбільш складніша. Їхньою особливістю є можливість одержання нових оригінальних патентоспроможних рішень.

До V рівня складності відносять задачі синтезу, рішення яких є проблематичним. Якщо в задачах IV рівня можливості створення структур безперечні і головна проблема полягає в перебуванні серед багатьох генеруючих структур деяких, задовольняючих визначеним кількісним вимогам, то в задачах V рівня одержання рішення еквівалентно припущенню принципово нових основ побудови цілого класу технічних об’єктів.

Існують і інші ознаки класифікації задач синтезу. Серед них виділимо класифікацію по *типу синтезованих структур*, що породжує задачі одномірного, схемного і геометричного синтезу.

При *одномірному синтезі* зважуються задачі упорядкування елементів структури в одномірних просторах (наприклад, задачі складання розкладів, синтезу процесів, що представляються у виді упорядкованої послідовності елементів).

При *схемному синтезі* визначається структура об’єкта без конкретизації його геометричних форм. Характерні приклади – синтез кінематичних, електричних, функціональних схем і т.п.

Геометричний синтез полягає в конкретизації геометричних властивостей спроектованих об’єктів і містить у собі охарактеризовані вище задачі оформлення конструкторської документації, а також задачі *позиціювання* і синтезу поверхонь і траєкторій. До *задач позиціювання* відносяться задачі взаємного розташування в просторі деталей заданої геометричної форми, наприклад задачі вибору баз для механічної обробки деталей складної форми, синтез композицій із заданих деталей і т.п. До *синтезу поверхонь і траєкторій* відносяться задачі проектування поверхонь, обтічних потоком газу чи рідині чи направляючих такий потік (крило літака, корпус автомобіля, лопатка турбіни), синтезу траєкторії робочих органів технологічних автоматів, що рухаються, синтезу профілів несучих конструкцій та ін.

1.7. Особливості та зміст навчального проектування

Форми і зміст навчального проектування (курсові роботи та курсові проекти, дипломні проекти) відрізняються від реального проектування

кількістю і обсягом стадій та етапів і також залежать від галузі знань, напряму, спеціальності і об'єкта проектування.

Нижче пропонується перелік неформальних етапів і зміст навчального проектування системи технологічного процесу.

Завдання проектування. Найбільш поширені завдання проектування екологічно безпечних підприємств мають приблизно такі формулювання: замість застарілого очисного устаткування або установки знешкодження відходів (викидів, скидів) розробити для конкретного підприємства технологію (нову технологічну схему або апарат нової конструкції) комплексної утилізації відходів (викидів, скидів), з кращими технічними і економічними показниками, яка може бути впроваджена на практиці під час реконструкції або модернізації виробництва. Ці завдання проектування зовсім не прості, оскільки можуть бути вирішені різними, в загальному випадку не рівноцінними способами, а вибір одного рішення, яке і буде потім реалізуватись, повинен бути зроблений на основі ряду критеріїв при урахуванні системи конкретних обмежень. Назвемо основні етапи інженерного проектування.

Формулювання завдання – перший етап проектування. Це точне визначення ситуації, що має місце сьогодні, чим вона не влаштовує, що і в якому сенсі повинно стати краще після реалізації проекту. На цьому етапі не потрібні деталі, потрібні лише найголовніші риси об'єкта до і після проектування. Якщо цей етап виконаний погано, є дуже велика небезпека, що вся подальша праця буде витрачена даремно.

Аналіз завдання – другий етап проектування – виявлення всіх істотних якісних і кількісних ознак створюваного об'єкта в початковому (до проектування) і кінцевому (після проектування) станах, визначення обмежень і критеріїв, за якими оцінюватиметься якість спроектованого об'єкта.

Пошук можливих рішень – це третій етап проектування. Тут в першу чергу необхідні знання, але окрім знань потрібне нестандартне мислення, уміння уникати як консерватизму, так і поспішності. Дуже корисні аналоги, зрозуміло, при критичному до них відношенні, які можна знайти шляхом відвідування виставок, читання літератури, пошуку в Інтернеті, патентних досліджень, консультацій і тому подібного. Ступінь новизни рішень, що обираються, їх світовий рівень треба оцінювати за результатами патентного пошуку. Навіть у простому випадку доречно запропонувати декілька рішень, які в принципі відповідають завданню. Коли пропонується багато рішень, зрозуміло, у тому числі і непридатних на перший погляд, менше шансів пропустити найкраще.

Вибір рішення з множини можливих на основі критеріїв і з урахуванням обмежень. Це четвертий, дуже відповідальний етап. Тут знову не потрібні надмірні деталі, окрім тих, що дозволяють цілеспрямовано, по критеріях, порівнювати рішення. Тут дуже важливі правильні оцінки. У теорії проектування

вводиться поняття не гірших рішень, тобто рішень, що потрапляють в деяку допустиму область по сукупності ознак, і формулюються алгоритми їх пошуку.

Детальна розробка вибраного технічного рішення. Це п’ятий етап – етап остаточного вибору устаткування, розрахунку характеристик, складання алгоритмів управління, конструктивної компоновки вузлів, оцінки основних показників і тому подібне.

П’ятий етап виконується завжди – і в реальних, і в навчальних проектах. Проте якщо йому не передують перші чотири або якщо їх виконано неякісно, не творчо, підсумки можуть бути сумними. Підкреслимо, що, як і всякий творчий процес, конкретне проектування, навіть при дуже жорстких обмеженнях в часі, не розвивається по рівномірно висхідній лінії – неминучі повернення, повтори і тому подібне. У теорії такі дії отримали назву ітерацій. У добрих проектах перші чотири етапи займають не менше 50 % всього часу – при цьому створюється або, точніше, може створюватися дійсно нове і дійсно хороше, краще, ніж було, рішення.

Контрольні запитання та завдання для самостійної роботи

1. Яку структуру має проектна організація?
2. Які функції виконує головний інженер проекту?
3. Який зміст етапів проектування промислових об'єктів?
4. Опишіть життєвий цикл технічного об'єкта.
5. В чому полягає процес створення проектної документації?
6. Стадійність проектування інженерних об'єктів.
7. Види проектної документації, що розробляють в одну стадію.
8. Види проектної документації, що розробляють у дві стадії.
9. Види проектної документації, що розробляють у три стадії.
10. Необхідність наукового обґрунтування проекту.
11. В чому полягає патентний пошук і яким чином його проводять?
12. Що таке ЄСКД та її призначення?
13. Який зміст інженерних вишукувань?
14. Як визначається вартість будівництва запроектованого об'єкта?
15. Вихідна інформація, яку використовують при складанні кошторисної документації.

2. ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЦТВ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ

За останні роки в Україні прийнято значну кількість нормативно-правових актів, які регулюють процеси охорони навколишнього природного середовища і використання природних ресурсів. Подальше удосконалення екологічного законодавства надасть змогу підняти на вищий ступінь забезпечення екологічної безпеки і дозволить збалансувати правову систему України з точки зору екологізації всіх галузей народного господарства.

Концепція стійкого розвитку передбачає функціонування екологічно безпечної економіки, структурно-технологічний рівень якої забезпечує раціональне використання ресурсів і мінімізацію техногенного навантаження на довкілля процесів виробництва і вжитку товарів і послуг з розрахунку на одиницю сукупного суспільного продукту.

Провідною стратегією, на яку спирається теорія сталого розвитку та яка здатна формувати систему принципів та механізмів екологізації виробництва і комплексно вирішувати екологічні та економічні проблеми, є стратегія екологічно чистого виробництва, яка широко застосовується у західних країнах й більш відома як «стратегія чистого виробництва».

Сьогодні екологічне проектування має включати в себе низку заходів щодо поліпшення загальної екологічної ситуації на планеті, забезпечення здоров’я кожної людини зокрема, а також воно має передбачати дбайливе та економне використання енергоресурсів.

2.1. Принципи проектування екологічно безпечних виробництв

Основний технологічний принцип чистого виробництва – скорочення відходів у технологічному процесі і повторне використання відходів у місцях їх виникнення (у тому ж технологічному процесі або в іншому, але в рамках підприємства). В ідеалі в чистому виробництві мають бути відсутніми очисні споруди і місця складування відходів. І, нарешті, є ще одна сторона чистого виробництва – його функціонування передбачає випуск екологічно чистої продукції, тобто такої продукції, яка по можливості виробляється із вторинної сировини і вторинних матеріалів, не містить сторонніх шкідливих домішок, відрізняється низьким рівнем енергоспоживання при її виробництві і експлуатації, не забруднює довкілля. Природно, що в тому і в іншому випадках термін «екологічно чиста» не можна розуміти буквально. Йдеться про ступінь екологічної чистоти

технологій і продукції, що випускається, а не про абсолютну екологічну чистоту, досягнення якої певною мірою досить утопічне.

Становлення чистого, або «зеленого» виробництва передбачає реалізацію стратегії поступового зменшення шкідливої дії виробництва на довкілля за рахунок постійного виконання екологічно ефективних заходів (проектів) організаційно-економічного і технологічного характеру, націлених на зміну технологічних процесів, складу продукції і технологій послуг.

Принципи, на яких ґрунтується чисте виробництво, включають:

– локальність – обмеження появи і шкідливої дії забруднюючих речовин за місцем їх утворення;

– превентивність – запобігання утворенню забруднюючих речовин і їх негативної дії на стадіях, передуючих їх можливій появі;

– системність – реалізація економічно обґрунтованих способів запобігання, скорочення, нейтралізації забруднюючих речовин на всіх стадіях виробничого процесу – від сировини до готової продукції;

– еколого-економічну оцінку рішень, що приймаються, тобто комплексний підхід до вибору оптимального варіанта запобігання забрудненню, що передбачає сукупну оцінку як екологічного, так і економічного ефектів;

– фінансову досяжність – наявність необхідного фінансування для реалізації рішень, що приймаються;

– прибутковість – економічна доцільність запобігання забрудненню (утворення відходів);

– безперервність – послідовність реалізації проектів, програм і планів у їх постійному розвитку.

Таким чином, **наукові підходи до створення екологічно безпечних виробництв** повинні задовольняти таким принципам.

1. Не шкодити здоров'ю людини, забезпечувати комфортний мікроклімат у приміщенні шляхом:

– використання будівельних та оздоблювальних матеріалів і конструкцій, що не виділяють шкідливих речовин під час їх експлуатації;

– використання природних оздоблювальних матеріалів;

– використання екологічно чистих систем опалення та охолодження будівель за допомогою випромінюючих тепло площин;

– утеплення будівель ззовні, а саме створення теплих огороджувальних конструкцій, які не «висмоктують» тепло з людини;

– використання систем контрольованого провітрювання і вентиляції.

2. Не завдавати шкоди навколишньому середовищу, а саме:

– використовувати будівельні та оздоблювальні матеріали і конструкції, які не виділяють шкідливих речовин в навколишнє середовище під час їх виробництва;

– використовувати будівельні та оздоблювальні матеріали і конструкції, які можливо утилізувати без викиду шкідливих речовин в навколишнє середовище або які можна використовувати повторно;

– використання таких опалювальних систем (котлів, бойлерів), які викидають якомога менше, а в ідеалі зовсім не викидають шкідливих речовин в атмосферу;

3. Берегти енергетичні ресурси, а саме:

– раціонально використовувати енергетичні ресурси;

– по можливості замінити користування вичерпними ресурсами на користування невичерпними;

– використовувати якомога меншу кількість ресурсів для опалення будівель (тобто утеплення будівель та планування енергетично-вигідних компактних форм);

– використовувати будівельні та оздоблювальні матеріали і конструкції, які потребують якомога менше енергії при своєму виробництві;

– застосовувати контрольоване провітрювання з системою теплообміну (рекуперацією теплоти скидного вентиляційного повітря).

Екологічно доцільне проектування передбачає створення загальної екологічної концепцій проектування, будівництва та експлуатації будівлі. А це означає:

– використання меншої кількості енергії для виробництва будівельних матеріалів та конструкцій; на опалення, охолодження та провітрювання будівель;

– використання енергій, які мають здатність до самовідновлення;

– утилізацію та вторинне використання відходів виробництва без шкідливих впливів на навколишнє середовище,

– використання природних та екологічно-чистих матеріалів;

– забезпечення природного перебігу процесів у навколишньому середовищі.

Ефективність енергозбереження та екологічність будівлі визначається сукупністю багатьох факторів:

– вибором місця для будівництва та вибором екологічних матеріалів і конструкцій;

– пасивним і активним використанням енергоносіїв, що мають здатність до відновлення;

– енергетично вигідним інженерним обладнанням тощо.

При виборі місця для будівлі мають бути враховані:

– кліматичні умови;

– топографія;

– орієнтація будівлі за сторонами світу;

– освітленість або затінення місця;

– сила та напрямок вітрів,

– захищеність будівлі зеленими насадженнями.

Архітектурний проект самої будівлі, як невід’ємний компонент, включає заходи з економії енергії. Основні з них:

– забезпечення компактності форми будівлі (найкомпактнішою формою будівлі є поверхня півкулі по відношенню до півкубу того ж самого об’єму ста-

новить 81 %, потім за цим показником іде циліндр – 92 %, піраміда – 98 %, півкуб – 100 % і нарешті куб – 105 %);

– орієнтація будівлі;

– розташування вікон (більшість вікон та прозорих частин стін або даху мають бути повернені до сонця, при цьому не можна забувати про літній захист від сонця);

– зонування будівлі (поділ на більш теплі – житлові, і більш холодні – допоміжні або буферні зони);

– будова масивних стін, що накопичують і віддають тепло у середину будівлі тощо.

Подорожчання енергоресурсів призвело до того, що починаючи з середини 70-х років XX ст. більшість європейських країн збільшили нормовані величини з теплозахисту конструкцій в 2 – 3,5 рази.

Зараз цей процес продовжується: вимоги до теплоізоляційних матеріалів постійно підвищуються, більш жорсткими стають нормативи теплопроникнення як для окремих будівельних конструкцій, так і споруд в цілому.

Вибираючи будівельні матеріали, треба звертати велику увагу на витрати енергії, потрібні для виробництва цих самих матеріалів (наприклад, якщо енергія на виробництво теплоізоляційних матеріалів, їх транспортування та обробку на будівельному майданчику перевищує енергію, яку ми зекономимо, використовуючи ці матеріали в будівлі, то така будівля не буде екологічною, навіть якщо вона взагалі не потребує ніякого опалення!).

Отже, вираховуючи енергетичну корисність матеріалів, слід зважати не тільки на їх коефіцієнт теплопроникності, а й на витрати енергії, необхідні для перетворення природної сировини у конкретний елемент будівлі, відповідно до часу його використання в будівлі і економії енергії за рахунок його використання в цей час, а також енергію на утилізацію цього будівельного елемента. Крім цього необхідно вибирати такі матеріали, які при виробництві, будівництві, використанні та утилізації не викидають в навколишнє середовище шкідливих для людини токсичних газів, розчинників, радіації (радонового випромінювання) тощо.

Вибираючи енергетично вигідні конструкції і матеріали, необхідно звертати особливу увагу:

– на теплоізоляцію зовнішньої оболонки будівлі;

– герметичність вікон та дверей (відсутність «містків тепла»);

– використання енергії сонця;

– збереження тепла сонця в масивних конструктивних частинах будівлі; використання будівельних матеріалів, виробництво, експлуатація і утилізація яких не зашкоджує навколишньому середовищу.

При плануванні інженерного обладнання будівлі слід враховувати:

– можливість використання енергії, що відновлюються;

– вибір екологічних систем опалення і палива;

– рівномірний розподіл і регулювання радіаторів чи випромінюючих тепло площин;

– підігрів води;

– слід також перевірити вибрану систему опалення на її відповідність архітектурному плануванню будівлі та її використанню.

Поряд з активним використанням енергії сонця можливе також і пасивне її використання засобами відповідного архітектурно-планувального вирішення будівлі. Так, за допомогою так званих «буферних зон» стає можливим підігрів свіжого повітря (наприклад в зимовому садочку) та забезпечення свіжим підігрітим повітрям всіх інших функціональних зон.

Крім теплоізоляції будівель велике значення для економії енергії на опалення має здатність частин будівлі до акумулювання тепла, тобто здатність різних матеріалів сприймати, зберігати і віддавати теплоту. Матеріали, що мають здатність сприймати тепло і віддавати його з часовим відставанням, врівноважують температуру внутрішнього середовища.

Теплоізоляцію можна наносити на несучі та огороджувальні конструкції будівлі як із середини, так і ззовні. Але однозначно енергетично та екологічно вигіднішим є розташування теплоізоляції з зовнішньої сторони огороджувальних конструкцій. Це дозволяє уникнути «містків тепла» та перемістити «точку роси» із несучих конструкцій у шар теплоізоляції, що значно збільшує час експлуатації будівлі. Рівень якості зимової теплоізоляції будівлі залежить від таких трьох факторів: форма будівлі – тобто доля теплоізольованих зовнішніх поверхонь відносно всього об’єму будівлі; сама теплоізоляція – тобто якість теплоізоляційного матеріалу та рівень коефіцієнта теплопередачі; і нарешті – теплопровідність фуг, стиків і швів, тобто зміна теплого повітря на холодне через недостатню герметичність дверей та вікон та через провітрювання крізь вікна (на відміну від контрольованого провітрювання).

Така теплоізоляція є дорогою, але вже через декілька років вона повністю окупає себе через економію коштів на опалення. А через зменшення емісій підвищена теплоізоляція вносить найбільший внесок в охорону нашого навколишнього середовища — вона сприяє очищенню повітря, яким ми дихаємо, та зменшенню парникового ефекту.

Як показує світовий досвід, до перелічених вище принципів, що роблять виключно привабливим створення екологічно чистих виробництв у рамках конкретних підприємств, належать **принцип прибутковості (вигідності)**. Коротко він формулюється так: «запобігання забрудненню – вигідно». Впровадження екологічно безпечних технологій та виробництв, спрямованих на запобігання забруднення, повинно бути економічно вигідним, ніж витрачання коштів на очищення, ліквідацію екодеструкції або виплату компенсацій. Тому перетворення промислових виробництв у екологічно чисті, розробки нових технологій мають бути націлені на те, щоб добитися роботи підприємств з мінімальною витратою ресурсів і мінімальною шкідливою дією на довкілля. Чим швидше цей принцип буде реалізований на підприємствах, тим успішніше технології і процеси у промисловості, в сільському господарстві і у сфері послуг будуть наближатися до екологічно чистих.

Переваги та вигоди, які отримують підприємства у процесі впровадження екологічно чистого виробництва у різних сферах суспільного життя можна сформулювати таким чином.

В економічній сфері:

– скорочення витрат на сировину, енергію, паливо, воду;

– скорочення витрат на очищення стічних вод, пило- і газоподібних викидів, утилізацію відходів;

– скорочення транспортних витрат;

– зменшення екологічних платежів і штрафів;

– підвищення цін на продукцію у зв’язку з поліпшенням її якості;

– зростання прибутку, загальної ефективності виробництва;

– підвищення конкурентоспроможності продукції та підприємства.

У сфері охорони довкілля:

– скорочення викидів (скидів) забруднюючих речовин, кількості відходів;

– скорочення ресурсоємності виробництва;

– скорочення обсягів відходів, які утворюються;

– підвищення екологічної безпеки виробництва.

У сфері охорони праці

– зменшення ризику для здоров’я персоналу;

– поліпшення умов праці та безпеки на робочому місці;

– підвищення рівня привабливості праці для молоді.

У відносинах з населенням:

– підвищення екоіміджу підприємства, створення сприятливої громадської думки;

– скорочення скарг населення в державні органи контролю.

Таким чином, чисте виробництво втілює в себе стратегію запобігання забрудненню довкілля, виконання якої здійснюється за допомогою заходів, які не ведуть до погіршення стану довкілля і є економічно вигідними та доцільними.

Стратегію впровадження екологічно чистого виробництва можна визначити як таку, що має інноваційну складову, змістовна частина якої адекватно відповідає сучасним вимогам спрямованості економіки на сталий розвиток. Інноваційна складова у процесі впровадження екологічно чистого виробництва здатна виявлятись у кожному його елементі. Структурну схему головних елементів екологічно чистого виробництва наведено на рис. 2.1.

Важливим моментом є створення у процесі впровадження програми екологічно чистого виробництва, системи підвищення кваліфікації, навчання фахівців різного профілю основ ринкових відносин, складання бізнес-планів, методів економії всіх видів ресурсів, принципів скорочення шкідливих викидів у навколишнє середовище, вирішення завдань системної оптимізації різних стадій виробничих процесів і, як результат, виробництво екологічно чистої продукції. При цьому, що дуже важливо, формується менталітет «господарського» ставлення як до виробництва, на якому працюють співробітники, так і до їхнього власного здоров’я і до навколишнього природного середовища.

Концепція екологічно чистого виробництва передбачає системний підхід до охорони довкілля на всіх етапах виробництва та реалізації продукції з метою упередження та мінімізації як найближчих, так і віддалених ризиків для здоров’я людини і стану довкілля.

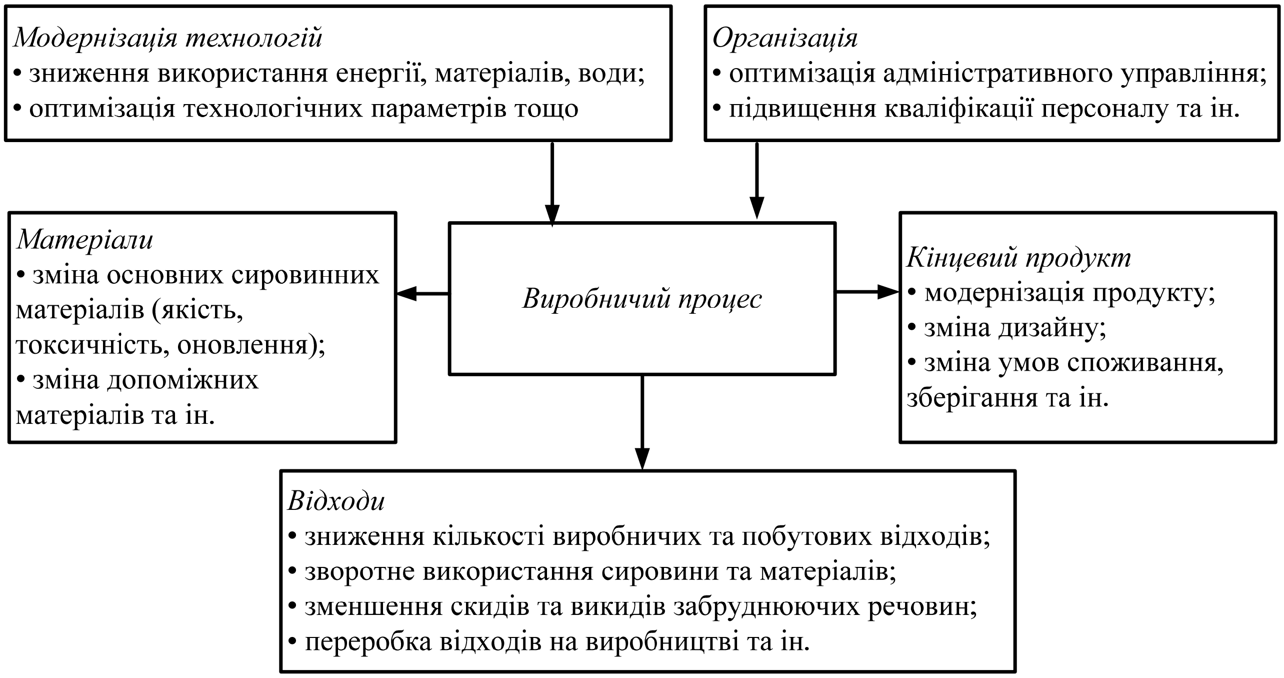


Рис. 2.1. Структурна схема елементів виробничого процесу під час впровадження екологічно чистого виробництва

Успішна реалізація впровадження екологічно чистого виробництва на вітчизняних підприємствах сприятиме:

– впровадженню системного удосконалення технологічної, економічної та екологічної діяльності з метою скорочення обсягів утворення виробничих відходів;

– удосконаленню організаційних заходів та створенню систем екологічного менеджменту;

– створенню постійного економіко-екологічного моніторингу проектів екологічно чистого виробництва;

– мобілізації фінансових та матеріальних ресурсів для впровадження екологічно чистого виробництва;

– створенню та розвитку сучасних систем управління навколишнім середовищем з наступною сертифікацією за вітчизняними та міжнародними стандартами.

Усе це сприятиме створенню передумов реалізації стратегії індустріального розвитку національної економіки на інноваційних принципах, її модернізації та оновлення для зміцнення конкурентоспроможності та забезпечення сталого розвитку України.

До природоохоронних об’єктів відносять споруди, устаткування та комплекси заходів, за допомогою яких дотримуються встановлених належним чином нормативних параметрів допустимого впливу на навколишнє природне середовище та збереження або поліпшення стану окремих складових довкілля.

До природоохоронних об’єктів належать:

– санітарно-захисні зони навколо промислових або інших об’єктів, що являють собою загрозу забруднення атмосферного повітря;

– димові та вентиляційні труби, які забезпечують розсіювання в атмосфері шкідливих викидів;

– очисні споруди стічних та інших зворотних вод, в тому числі біоплато;

– поля асенізації, поля зрощення та поля фільтрації;

– дренажні системи, що понижують рівень ґрунтових вод;

– протифільтраційні екрани, що захищають підземні води від забруднення і попереджують заболочування прилеглої території;

– водоохоронні зони та прибережні захисні смуги, що забезпечують охорону водотоків та водоймищ від забруднення та засмічення поверхневим стоком з площі водозбору;

– рибозахисні заходи;

– заходи з укріплення берегів;

– комплекси заходів для інтенсифікації внутриводоймищних процесів самоочищення природних вод;

– заходи, що попереджують водну ерозію ґрунтів;

– полезахисні смуги, що попереджують вітрову ерозію ґрунтів;

– сміттєзвалища і полігони побутових та виробничих відходів;

– сміттєсортувальні, сміттєпереробні та сміттєспалювальні заводи.

При проектуванні природоохоронних об’єктів та заходів слід дотримуватись таких умов:

1. Природоохоронні заходи та об’єкти, що проектуються, мають повністю забезпечити досягнення встановлених нормативів охорони природного середовища та раціонального використання природних ресурсів.

2. Намагаючись захистити від забруднення та виснаження один якийсь компонент довкілля, не слід допустити забруднення або порушення іншого.

3. Природоохоронні заходи, що плануються, повинні комплексно вирішувати проблеми збереження і відтворення природного середовища.

4. Враховуючи надзвичайно складні умови, в яких експлуатуються природозахисні споруди, слід використовувати для їх виготовлення довговічні матеріали, конструкції їх мають бути придатними для заміни або часткового ремонту окремих деталей, що зношуються.

5. Слід дотримуватись розумної виваженої економії при створенні та експлуатації природоохоронних споруд.

6. При проектуванні природоохоронних заходів необхідно використовувати новітні досягнення науки і техніки в галузі технологій та матеріалів.

Природоохоронні об’єкти можна умовно поділити на ті, що розташовані на території підприємства, й ті, що розташовані окремо.

Природоохоронні об’єкти, що знаходяться на підприємстві, стають частиною його технологічного процесу. Проектування будівництва чи реконструкції таких об’єктів, як правило, полягає у прив’язці придбаного чи індивідуально виготовленого обладнання, і питання їх розміщення, енергозабезпечення і експлуатації вирішує керівник підприємства.

При проектуванні окремо розташованих об’єктів виконують проектно-вишукувальні роботи, обирають будівельний майданчик, проводять оцінку

впливу на навколишнє природне , соціальне та техногенне середовище об'єкта, що проектується.

Розглянемо особливості проектування окремо розташованих природоохоронних об'єктів.

Санітарно-захисна зона (СЗЗ) часто не вміщується у простір, що склався через забудову міського середовища. У межі СЗЗ потрапляє житло та інші об'єкти, яких там не має бути. У такому разі постає питання виносу таких об'єктів за межі СЗЗ або скорочення нормативних розмірів СЗЗ. Ця можливість передбачена «Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів» за рахунок впровадження більш ефективного очисного обладнання для захисту атмосферного повітря. Рішенням Міністерства охорони здоров'я України розмір СЗЗ може бути скорочений до розрахункового.

У зв'язку з подорожчанням землі у містах СЗЗ можуть бути скорочені чи ліквідовані зовсім. У такому разі норматив 1 ГДК завдяки впровадженню ефективного повітрозахисного обладнання повинен дотримуватися на межі (на паркані) підприємства, як це практикують у більшості європейських країн.

Димові та вентиляційні труби мусять витримувати вітрове навантаження і не створювати небезпеку повітряному флоту.

Обладнання для очищення димових газів і стічних вод працює в агресивному середовищі, часто при високих температурах. Тому для забезпечення довготривалої експлуатації таке обладнання слід виготовляти з корозійностійких матеріалів високої міцності.

Просторові споруди, призначені для накопичення рідких та твердих відходів, проектуються з протифільтраційним екраном згідно зі СНиП 2.06.15-85. «Инженерная защита территорий от затопления и подтопления» та з обов'язковою санітарно-захисною зоною бажано на землях не сільськогосподарського призначення.

Дренажні системи потребують вирішення питання відводу дренажних вод, що мають значну мінералізацію. Для відведення таких вод облаштовують каскад невеличких водойм, куди з прилеглої території надходить поверхневий стік, сприяючи зниженню мінералізації дренажних вод. Демінералізовані води використовують для зрошення або скидають у річки. В таких водоймах можливий розвиток рибництва.

Водоохоронні зони проектують з урахуванням природно-господарської ситуації, що склалася, з метою максимального захисту поверхневих водних об'єктів від забруднення та засмічення. Важливим питанням є встановлення верхньої межі прибережної водоохоронної зони. Ця межа має проходити по умовній лінії, з якої починається розвиток процесів водної ерозії ґрунтів під впливом дощового стоку.

Рибозахисні заходи у вигляді грат або звукових, світлових чи струмопровідних пристроїв мають не тільки захищати рибу від загибелі, але й не завдавати їй шкоди, особливо молоді.

Інтенсифікацію внутрішньоводоймних процесів перш за все досягають аерацією водної маси, особливо при льодоставі. Під час нагнітання повітря слід уникати замутніння води.

Поліпшення якості води, попередження ерозійних процесів ґрунтів, їх очищення від забруднення, в тому числі від засолення, досягають завдяки фітотехнологіям, які засновані на використанні різноманітних форм рослинності.

Сміттєпереробні заводи та полігони потребують таких самих природоохоронних заходів, як і виробничі підприємства.

2.2. Інженерно-екологічна експертиза проектів підприємств

Екологічна експертиза – один з основних критеріїв забезпечення ефективного управління природоохоронною діяльністю.

Забезпечення екологічної експертизи проектів господарського розвитку, розміщення виробництва в конкретних ландшафтах також знайшли своє відображення в Законі України «Про екологічну експертизу», що прийнятий Верховною Радою України 2 березня 1995 року.

Екологічна експертиза в Україні – вид науково-практичної діяльності спеціально уповноважених державних органів, еколого-експертних формувань та об'єднань громадян, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, реалізація і дія яких може негативно впливати або впливає на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей, і спрямована на підготовку висновків про відповідальність запланованої чи здійснюваної діяльності нормам і вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки.

Метою екологічної експертизи є запобігання негативному впливу антропогенної діяльності на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей, а також оцінка ступеня екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях і об'єктах.

Основними завданнями екологічної експертизи є:

– визначення ступеня екологічного ризику і безпеки запланованої чи здійснюваної діяльності;

– організація комплексної, науково обґрунтованої оцінки об'єктів екологічної експертизи;

– встановлення відповідності об'єктів експертизи вимогам екологічного законодавства, санітарних норм, будівельних норм і правил;

– оцінка впливу діяльності об'єктів екологічної експертизи на стан навколишнього природного середовища, здоров'я людей і якість природних ресурсів;

– оцінка ефективності, повноти, обґрунтованості та достатності заходів щодо охорони навколишнього природного середовища і здоров'я людей.

Основною метою експертних оцінок, які мають назву **"інженерно-екологічна експертиза"**, є всебічна оцінка впливу підприємства (проекту) на природне середовище. Вона **проводиться**:

– на стадії затвердження проекту;

– при функціонуванні підприємства та при його розширенні;

– при складанні висновку та при виробленні рішення про затвердження або відхилення проекту;

– на стадії визначення можливості подальшого функціонування підприємства;

– при обмеженні обсягу випуску або при припиненні випуску того чи іншого виду продукції;

– при визначенні необхідності установки або застосування нових природоохоронних заходів;

– при модернізації існуючих підприємств.

Інженерно-екологічна експертиза дозволяє виявити найбільш ймовірні екологічні наслідки будівництва, функціонування та розширення підприємства порівняно з бажаним, допустимим станом природного і оточуючого людину середовища.

Підприємство не повинно наднормативно впливати на природне та оточуюче людину середовище, не повинне перешкоджати власній роботі та функціонуванню розташованих поряд підприємств, порушуючи через оточуюче їх природне середовище хід технологічних процесів, не повинне завдавати шкоди здоров'ю населення.

Інженерно-екологічна експертиза полягає в оцінці довготривалого впливу підприємства на природні ресурси, природні умови, умови подальшого розвитку промисловості регіону та умови життя мешканців локальної ділянки місцевості.

Згідно з діючими законодавчими актами **інженерно-екологічній експертизі підлягають** такі матеріали:

– проекти регіональних комплексних схем охорони природного середовища в містах та промислових центрах (міністерства та відомства за участю місцевих органів управління і територіальних органів контролю природного середовища);

– проекти планування, забудови міст та інших населених пунктів (органи державного санітарного нагляду і територіального контролю за станом природного середовища за участю місцевих органів управління);

– проекти будівництва великих регіональних та міжрегіональних народногосподарських об'єктів, пов'язаних з впливом на природне середовище (міжвідомчі комісії за участю міністерств, відомств та наукових установ);

– технічна документація на нові види сировини, виробів, матеріалів для народного господарства (органи охорони здоров'я спільно із зацікавленими органами нагляду).

Проекти локального рівня (будівництво окремих невеликих підприємств, електростанцій, висушування боліт, розорювання земель тощо) підлягають галузевій або територіальній експертизі лише в частині розділів "Охорона природи". Метою цієї експертизи є оцінка повноти поданого матеріалу, правильності та точності виконаних обґрунтувань та розрахунків, переконливості прийнятих рішень.

Загалом **інженерно-екологічна експертиза складається з трьох етапів**.

Перший – розгляд завдання з проектування об’єкта та результати пошукових робіт, проведених на місці передбачуваного будівництва. Результатом першого етапу є оцінка вихідних даних, що містяться в проекті будівництва. При цьому передбачається також оцінка вихідних даних, покладених в основу проекту при розрахунках передбачуваного впливу на природне та оточуюче людину середовище.

Другий – оцінка технологічних рішень, характеристик обладнання та властивостей матеріалів; встановлення можливості їхнього використання в природних умовах місця будівництва об’єкта;

Третій – оцінка проекту загалом. При проведенні інженерно-екологічної експертизи проекту найбільш доцільною є наявність двох-трьох альтернативних рішень для передбачуваного об’єкта будівництва. Здійснюється аналіз природоохоронних заходів та засобів щодо відновлення природного середовища з кожного альтернативного рішення, оцінка їхньої ефективності.

З метою отримання вірогідних експертних оцінок в проведенні інженерно-екологічної експертизи беруть участь працівники реконструйованих, діючих подібних підприємств та тих, що будуються, місцеві органи влади і громадські організації, населення району будівництва.

Матеріали екологічних обґрунтувань щодо збереження чистоти природного та оточуючого людину середовища при будівництві нових підприємств повинні бути достатньо переконливими не лише для інстанцій та фахівців, що їх затверджують, але й для широких верств населення. В іншому випадку втручання громадськості може призвести до затримки будівництва або навіть до відхилення проектів.

2.3. Особливості розробки матеріалів оцінки впливів проекту на навколишнє середовище (ОВНС)

Екологічна експертиза об’єктів складається на основі проектних матеріалів, які містять розділ щодо оцінки впливу об’єкта проектування на стан навколишнього середовища (ОВНС). Базовою основою для складання ОВНС є державний нормативний документ ДБН А.2.2-1-2003 та розроблений раніше ДБН А.2.2-1-95.

Згідно з цими нормативними документами **до складу матеріалів ОВНС входять такі розділи**:

– підстави до проведення ОВНС;

– фізико-географічна характеристика району розташування діючого об’єкта;

– загальна характеристика об’єкта та його господарської діяльності;

– відходи виробництва, їх знешкодження та утилізація;

– оцінка впливів господарської діяльності на навколишнє природне середовище;

– оцінка впливів господарської діяльності на навколишнє соціальне середовище;

– оцінка впливів господарської діяльності на навколишнє техногенне середовище;

– комплексні заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища і його безпеки;

– заява про екологічні наслідки діяльності.

Підставою до розробки ОВНС є прийняття рішення про проведення державної екологічної експертизи об'єктів, яка здійснюється у випадках:

– належності підприємств та комплексів до об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку, та потенційно небезпечних об'єктів;

– необхідності проведення додаткового екологічного обґрунтування здійснюваної діяльності об'єкта, для чого приймається відповідне рішення центральними або місцевими органами влади;

– ліцензування кожного виду діяльності, пов'язаної з користуванням надрами;

Опис загальної характеристики об'єкта та його господарської діяльності повинен включати перелік пунктів, аналогічний тому, що вноситься при планованій діяльності. Виключаються з переліку лише пункти, які необхідні при складанні ОВНС запланованих об'єктів (відповідність планованої діяльності містобудівній документації, розгляд варіантів розміщення планованої діяльності тощо).

На ситуаційних схемах позначають джерела впливів на навколишнє середовище (місця викидів, скидів, відвалів, звалищ), гідротехнічні споруди, джерела водопостачання, очисні споруди, санітарно-захисні зони, зони масового відпочинку та оздоровлення населення, території природно-заповідного фонду, а також окремі вузли, обладнання, дільниці, де можуть виникнути аварійні ситуації, щоб намітити відповідні запобіжні заходи.

Результати аналізу й оцінки змін стану компонентів природного середовища порівнюють із проектними даними та відображають на картографічному матеріалі, ситуаційній схемі та у відповідних табличних матеріалах.

Характеристика повітряного середовища здійснюється шляхом аналізу даних, здобутих розрахунково-аналітичними методами при проектуванні об'єкта. Розглядають можливі аварійні ситуації та їх наслідки для всіх компонентів навколишнього середовища.

Розгляд стану водного середовища виконують шляхом аналізу водних об'єктів, що знаходяться як в зоні впливу діючого об'єкта, так і поза цією зоною. Виявляють можливі порушення гідрологічних і гідрогеологічних параметрів водних об'єктів і територій у зоні впливу господарської діяльності, впливи на поверхневі й підземні води пріоритетних і специфічних забруднюючих речовин, які надходять до водного середовища при скиданні всіх стічних вод та через фільтраційні витоки.

Порівнюють оцінки масштабів забруднення, здобуті на основі прогнозних розрахунків. Оцінюють відповідність запроектованих скидів встановленим нормам ГДС. Виконують аналіз заходів, намічених у проекті для запобігання (або зменшення) надходження у водне середовище забруднюючих речовин, порушення гідродинамічного режиму, виснаження поверхневих і підземних водних

ресурсів, погіршення стану вод і деградації угруповань водних організмів. Розглядають можливі аварійні ситуації та їх наслідки для водного середовища.

Аналіз стану ґрунту виконують на основі розгляду матеріалів геологічних експедицій, великомасштабного ґрунтового обстеження та паспортизації земель конкретного регіону. При цьому враховують генетичні види ґрунтів, характеризують їх гумусовий горизонт, механічні й водно-фізичні властивості, ландшафтно-геохімічні бар'єри (накопичення й міграцію речовин), родючість, ступінь розвитку деградаційних процесів та ін.

Протягом польового етапу робіт визначають природний геохімічний фон вмісту елементів, здійснюють ґрунтово-геохімічне і біогеохімічне дослідження стану ґрунтів обстежуваної території.

Намічають та обґрунтовують заходи щодо запобігання (або зменшення) негативних впливах на ґрунти й зниження їхньої родючості, поводження з усіма відходами, що утворюються при здійсненні господарської діяльності.

Наводиться перелік і стисла характеристика прийнятих рішень, комплекс яких включає ресурсозберігаючі, захисні, відновлювальні, компенсаційні та охоронні заходи, визначення яких надається в ДБН А.2.2-1-2003.

Наводяться по можливості результати розрахунків економічної ефективності здійснення природоохоронних заходів.

У матеріалах оцінки впливу відходів виробництва на навколишнє середовище узагальнюються дані, наведені у відповідному розділі, а також пропонуються й обґрунтовуються заходи, пов'язані зі зменшенням обсягу відходів, їх знешкодженням та утилізацією.

Виділяють заходи щодо відвернення й ліквідації аварійних ситуацій і аварій на підприємстві. Надають детальний аналіз причин, умов та розвитку аварій, визначають типові варіанти вірогідних аварій, масштаб можливих матеріальних збитків, подають опис наслідків можливої аварії, розрахунок вірогідних зон дії загрозливих факторів для рослинного і тваринного світу та здоров'я людини.

Визначають пріоритет кожного запропонованого заходу. Ці пріоритети відображають ступінь екологічного ризику господарської діяльності. Ризики можна класифікувати в порядку зменшення їх значущості таким чином:

– високий ризик – діяльність або ситуація, яка становить неминучу загрозу навколишньому середовищу або здоров'ю людей; концентрація забруднювачів в об'єктах навколишнього середовища може значно перевищувати їх ГДК;

– значний ризик – діяльність або ситуація, яка становить деяку загрозу навколишньому середовищу і здоров'ю людей; концентрація забруднювачів незначною мірою перевищує або знаходиться на рівні ГДК;

– низький ризик – діяльність або ситуація, яка не становить загрози для навколишнього середовища і здоров'я людей; концентрація забруднювачів нижче ГДК.

Якщо об'єкт належить до об'єктів підвищеної небезпеки, оцінка ризику проводиться відповідно до розроблених на нинішній час документів.

Наводять перелік і характеристику залишкових впливів, обґрунтовують

їх допустимість і доцільність застосування компенсаційних заходів.

Розроблені заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища узгоджуються з місцевою владою та затверджуються місцевими органами Держуправління Мінприроди України.

Оцінка впливу підприємства на навколишнє середовище має завершуватись складанням Заяви про екологічні наслідки господарської діяльності. Це юридичний документ, який засвідчує суть цих наслідків та гарантії виконання природоохоронних заходів щодо забезпечення безпеки навколишнього середовища на весь період здійснення господарської діяльності, складається замовником та виконавцем ОВНС і являє собою резюме матеріалів ОВНС, де повинні бути відображені:

– дані про господарську діяльність, мету і шляхи її здійснення;
– перелік суттєвих впливів на стан навколишнього природного середовища, підсумки їх кількісної та якісної оцінки з урахуванням можливих аварійних ситуацій;
– оцінка екологічного ризику господарської діяльності;
– перелік залишкових впливів;
– перелік заходів, що забезпечують нормативний стан навколишнього природного, соціального й техногенного середовища, включаючи систему спостереження і контролю;
– оцінка прийнятності впливу діючого об’єкта на навколишнє середовище;
– зобов’язання замовника щодо виконання запропонованих рішень відповідно до норм і правил охорони навколишнього середовища й вимог екологічної безпеки під час експлуатації об’єкта господарської діяльності.

Заява про екологічні наслідки діяльності складається в стислій формі, містить тільки підсумкові результати ОВНС і необхідні коментарі. Заява про екологічні наслідки діяльності підписується замовником і виконавцем ОВНС, копії, у тому числі на магнітних носіях, подаються для подальшого контролю в місцеві органи влади.

Основний обсяг робіт з ОВНС, як правило, виконується на стадії техніко-еко-номічного обгрунтування інвестицій (ТЕО інвестицій) або ескізного проекту (ЕП) і уточнюється у випадку зміни прийнятих рішень у проекті (робочому проекті), зокрема, при зміні технологічного процесу, потужності підприємства (об’єкта), а також при виділенні нових пускових комплексів та ін. Відсутність змін у проекті (робочому проекті) у порівнянні з ТЕО інвестицій або ЕП засвідчується підписом замовника і головного інженера проекту.

На стадії проект (робочий проект) підготовка матеріалів ОВНС у повному обсязі виконується тільки у тих випадках, коли ці матеріали не готувалися на попередніх стадіях.

Після вводу об’єкта проектування в експлуатацію та досягнення проектної потужності виконується, за необхідності, оцінка ефективності прийнятого комплексу охоронних і захисних заходів та коригування матеріалів ОВНС. В

подальшому після-проектний аналіз виконується з ініціативи адміністрації об’єкта експлуатації або органів державного нагляду.

Узагальнюючи наведене вище, слід зазначити, що порядок розробки матеріалів ОВНС має відповідати загальній технологічній схемі інвестиційного процесу проектування (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Зміст етапів ОВНС під час проектування

№ етапу	Зміст етапу проектування	Зміст етапу ОВНС
Прийняття інвестором рішення про будівництво		
Передінвестиційні дослідження		
1	Підготовка вихідних даних щодо об'єкта, запланованого до будівництва; визначення виробничої програми, потреб у сировині, енергоресурсах і кадрах	Попереднє оцінювання впливу об'єкта на навколишнє середовище
2	Розміщення об'єкта проектування (розробка варіантів розміщення об'єкта з урахуванням екологічного становища та інженерної підготовки території)	Складання заяви про наміри
3	Складання й узгодження завдання на розробку ТЕО (ТЕР)	Складання завдання на розробку матеріалів ОВНС в складі завдання на розробку ТЕО (ТЕР)
4	Розробка ТЕО (ТЕР) в обсязі, встановленому нормативними документами. Вибір майданчика (траси) будівництва	Розробки матеріалів ОВНС у складі ТЕО (ТЕР). Складання заяви про екологічні наслідки діяльності
5	Узгодження і затвердження ТЕО (ТЕР)	Екологічна експертиза матеріалів ОВНС. Передача заяви про екологічні наслідки діяльності
Проектування		
6	Складання й узгодження завдання на розробки проекту (робочого проекту)	Уточнення завдання на розробку матеріалів ОВНС у складі завдання на розробки проекту (робочого проекту) у разі зміни рішень, прийнятих у ТЕО (ТЕР), або містобудівної ситуації
7	Розробка проекту (робочого проекту) в обсязі, встановленому нормативними документами	Уточнення ОВНС відповідно до зміненого завдання
8	Узгодження й затвердження проекту (робочого проекту)	Екологічна експертиза уточнених матеріалів ОВНС
Будівництво		
9	Розробка робочої документації	Уточнення матеріалів ОВНС у разі зміни технології виробництва та виконання будівельно-монтажних робіт, що погіршують стан навколишнього середовища
10	Будівництво об'єкта	Реалізація заходів, передбачених в матеріалах ОВНС

Продовження таблиці 2.1

Експлуатація		
11	Освоєння проектної потужності	Оцінювання ефективності природоохоронних і захисних заходів, передбачених у матеріалах ОВНС. Уточнення у разі потреби матеріалів ОВНС

Проведення ОВНС має здійснюватись відповідно до алгоритму, наведеного на рис. 2.2

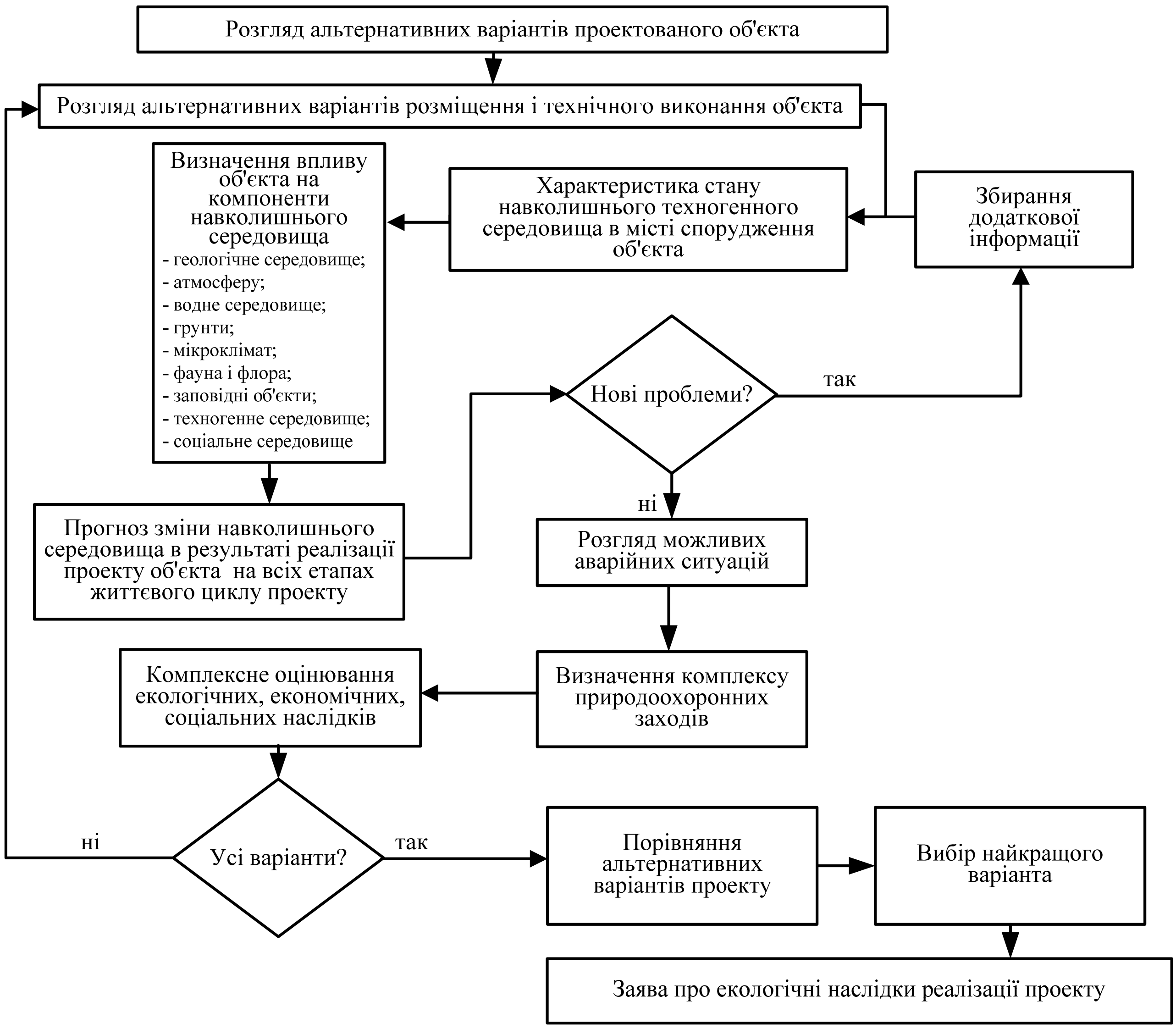


Рис. 2.2. Алгоритм проведення ОВНС об’єкта на стадії проектування

Загалом методологія ОВНС розглядається ще і як спосіб виявлення зворотного зв’язку у взаємодії навколишнього середовища зі створюваним об’єктом. Як додаткове завдання на ОВНС покладається визначення впливу конкретного природного середовища на створюваний соціальний і господарський комплекс (умови експлуатації об’єкта, життєдіяльності населення тощо).

2.4. Порядок попереднього обґрунтування і узгодження проекту

Процедури передпроектного обґрунтування й погодження є складовими інвестиційного процесу, які завершуються поданням проектної документації на екологічну експертизу (рис. 2.3).

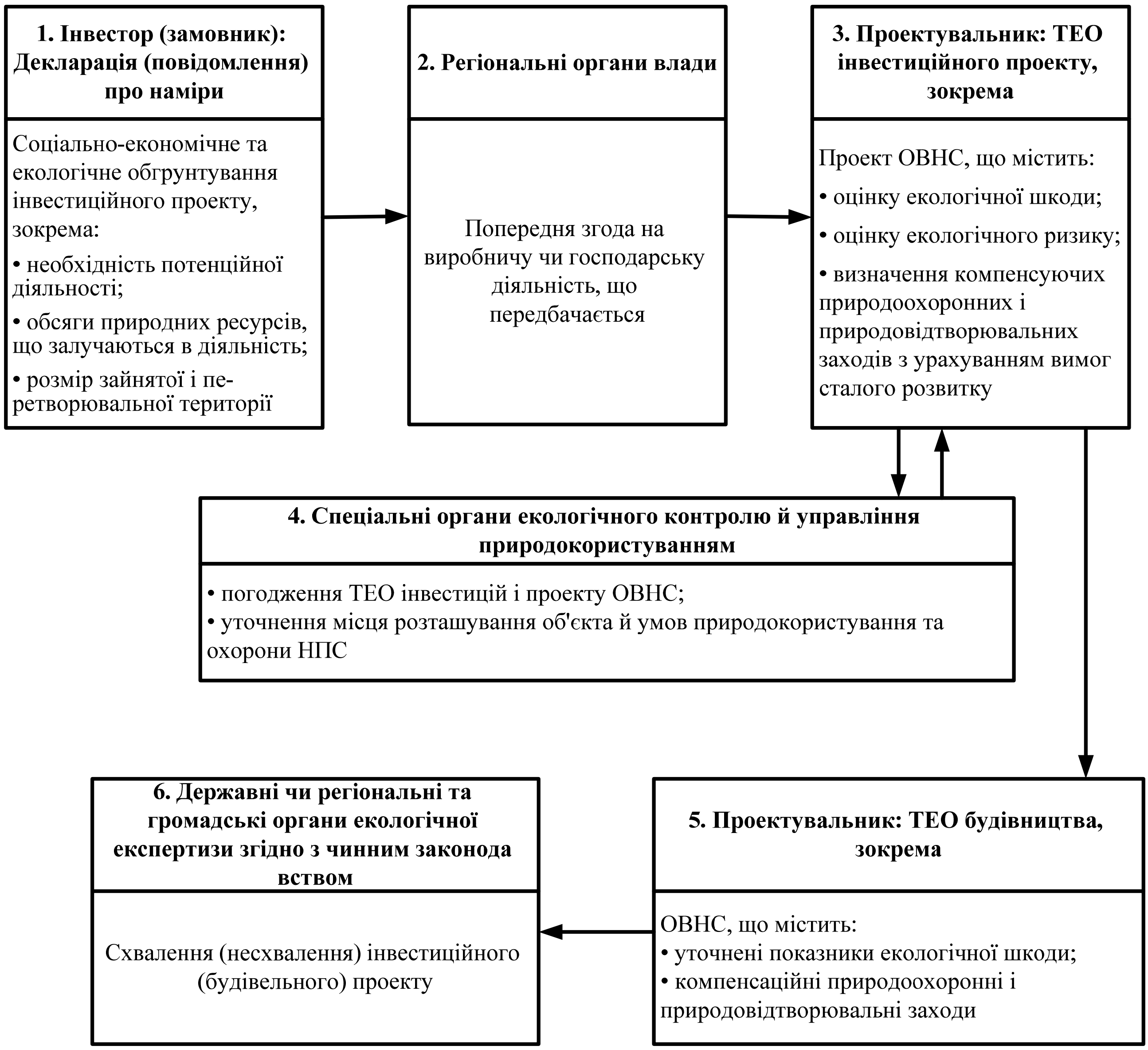


Рис. 2.3. Послідовність попереднього обґрунтування та узгодження проектної документації

На першому етапі інвестор складає інвестиційну пропозицію – декларацію про наміри із соціально-економічним і екологічним обґрунтуванням. Тобто йдеться про соціальну й екологічну значущість інвестиційного проекту: робочі місця, екологічна безпека і чистота продукції, заощадливість по відношенню до природних ресурсів, умови вилучення території під забудову без порушень еколого-господарського балансу чи на умовах його відтворення.

На другому етапі органи місцевого самоврядування і влади розглядають подану пропозицію про інвестиційні наміри і дають попередню згоду на ведення господарської чи виробничої діяльності.

На третьому етапі проектувальник, отримавши завдання на розробки техніко-економічних обґрунтувань (ТЕО) інвестицій, розробляє й подає матеріали, що обґрунтовують вибір місця розташування об'єкта в кількох варіантах.

У межах ТЕО розробляють проект оцінки впливу проектованої діяльності на навколишнє середовище (ОВНС) відповідно до чинних нормативних вимог. Це визначення впливу в натуральних показниках: обсяг природних ресурсів, що залучаються; вплив на водогосподарський баланс територій, особливо на охоронні зони; площа під забудову й перетворення території, розмір і структура викидів (скидів) забруднювальних речовин; обсяг відходів, що утворюються, зокрема токсичних, інші види фізичного впливу проекту на навколишнє середовище і здоров'я населення (шумове, електромагнітне тощо). З метою додержання вимог сталого розвитку необхідно розглянути й оцінити варіанти безпечного поводження з відходами. Далі на основі комплексної оцінки впливу здійснюють грошову оцінку впливу на навколишнє середовище і здоров'я населення. Передусім це екологічна шкода, що може бути заподіяна об'єктом, рекомендований перелік компенсаційних природоохоронних заходів, оцінка екологічного ризику від реалізації проекту тощо.

Складовою частиною ТЕО мають бути розрахунки екологічних витрат від забруднення, мінімальний розмір яких повинен відповідати стандарту якості навколишнього природного середовища. Такі вимоги можуть додержуватися лише за умов здійснення багатоваріантного проектування й оцінювання порівнянної ефективності кожного можливого варіанта з урахуванням показників чистого приведеного прибутку, терміну окупності інвестиційних витрат.

Поруч із соціально-еколого-економічними параметрами ОВНС (параметрами сталості, збалансованості) розглядаються і техніко-технологічні аспекти реалізації проекту. Це означає, що для умов сталого розвитку має бути зроблено варіантну оцінку екологічної чистоти технологій, їх інноваційний ресурс щодо поліпшення екологічних характеристик і відповідних інвестиційних витрат.

Четвертий етап – це погодження ОВНС із законодавчо визначеними органами екологічного управління й контролю. У разі потреби, залежно від екологічної значущості інвестиційного проекту, на цьому етапі територіальні органи управління, самоврядування можуть запропонувати провести екологічний аудит, щоб уточнити сумнівні чи складні оцінки, виконані на попередньому етапі.

На п'ятому етапі проектувальник розробляє ТЕО будівництва стосовно конкретного місця розташування об'єкта з урахуванням уточнених вимог до проекту й деталізованої інформації. У складі ТЕО будівництва визначають ОВНС, уточнюють індикатори соціально-еколого-економічної збалансованості й ефективності реалізації проекту, дають оцінку екологічного ризику щодо узгодженої ділянки будівництва.

На шостому етапі проводять державну (з можливою і громадською) екологічну експертизу проектної документації відповідно до чинного законодавст-

ва (Закон України «Про екологічну експертизу») на предмет гарантованого виконання вимог природоохоронного законодавства, нормативів і стандартів, недопущення реалізації проектів з необоротними наслідками для навколишнього середовища, здоров'я населення. Результатом екологічної експертизи є висновок експертної комісії, що містить схвалення або несхвалення проекту. Після експертного схвалення проекту може бути відкрите фінансування будівництва.

2.5. Проектне оцінювання та контроль безпечності промислових підприємств

Кожне підприємство в усіх режимах його функціонування, тією чи іншою мірою впливає на здоров'я та тривалість життя персоналу, населення регіону, а також на стан навколишнього природного середовища.

Реципієнти виступають:

– люди;
– флора і фауна;
– атмосфера, гідросфера і літосфера;
– урбанізовані та сільськогосподарські території;
– об'єкти рекреації;
– території, які охороняються особливо (національні парки, заповідники, пам'ятки історії та культури тощо);
– інші матеріальні об'єкти будь-якої форми власності.

Забезпечення безпечності підприємства полягає в зниженні потенційної небезпеки до припустимого рівня.

Згідно з ДСТУ 3273-95 необхідність проведення оцінювання чи контролю рівня безпечності на різних стадіях циклу існування підприємства, а також перелік оцінюваних чи контрольованих при цьому показників визначається нормативними документами і повинен бути наведений у завданні на проектування підприємства.

Оцінювання та контроль безпечності підприємства виконують на всіх стадіях циклу існування:

– під час проектування з метою прогнозу очікуваного рівня безпечності підприємств і подальшому проведенні експертизи проектної документації на безпечність визначають проектну оцінку рівня безпечності;
– під час відведення земельної ділянки під будівництво підприємства перевіряють принципову можливість забезпечення безпечності на відведеній та прилеглих територіях;
– під час будівництва чи модернізації здійснюють авторський нагляд чи технічний контроль за будівництвом;
– під час введення підприємства в експлуатацію та під час дослідної та промислової експлуатації з метою визначення фактично досягнутого рівня безпечності підприємства та перевірки його відповідності вимогам безпечності, встановленим у технічному завданні, виконують апостеріорне оцінювання і імовірнісний прогноз безпечності на підставі аналізу роботи підприємства;

– під час функціонування підприємства з метою визначення оперативного рівня безпечності підприємства проводять випереджувальний контроль;

– у разі зняття з експлуатації проводять технічний контроль за визначеною процедурою ліквідації підприємства.

Проектне оцінювання безпечності підприємства залежно від його особливостей і стадії проектування проводять з урахуванням властивостей:

– тільки технологічного, допоміжного та іншого обладнання, а також систем їхнього захисту;

– технологічного, допоміжного та іншого обладнання, а також систем їхнього захисту з урахуванням композиційних факторів;

– технологічного, допоміжного та іншого обладнання, а також систем їхнього захисту з урахуванням композиційних факторів.

Проектна оцінка безпечності, яка одержана на початку проектування і враховує тільки властивості технологічного обладнання, є орієнтовною і використовується тільки для визначення принципової можливості спорудження підприємства.

Проектна оцінка безпечності, одержана з урахуванням технічних і композиційних факторів, дозволяє оцінити можливість забезпечення потрібного рівня безпечності підприємства, яке споруджується в цій місцевості за запропонованим проектом.

Проектна оцінка безпечності, одержана з урахуванням технічних. композиційних та ергатичних факторів, використовується для уточнення складу, структури та розміщення систем (пристроїв, елементів) безпеки, складу та структури завдань працівників у забезпеченні безпеки.

Проектне оцінювання рівня безпечності підприємства допускається здійснювати такими методами:

– аналітичними;

– імовірнісного моделювання;

– комбінованими, які являють собою поєднання аналітичних методів і методів моделювання;

– експертними.

Експериментальне оцінювання (контроль) рівня безпечності підприємства допускається проводити шляхом збирання та оброблення статистичних даних про безпечність в умовах дослідного та промислового функціонування підприємства.

Для окремих комплексів технологічного обладнання за погодженням з проектувальником підприємства допускається організація та проведення спеціальних випробувань на безпечність.

Під час прогнозів аварій повинен використовуватись консервативний підхід, який полягає в тому, що для параметрів і характеристик об’єкта приймають значення і границі, про які наперед відомо, що вони призводять до найбільш несприятливих результатів.

Результати оцінювання та контролю безпечності підприємства повинні в регламентованому порядку вноситись до технічної документації.

2.6. Вимоги до охорони праці та безпеки життєдіяльності проекту

У розділі «Охорона праці» ТЕО інвестицій, проекту або робочого проекту наводяться:

– перелік основних нормативних документів;

– обґрунтовані і погоджені з відповідними державними органами відхилення від діючих норм і правил;

– токсикологічна, пожежно-вибухова характеристика матеріалів, продуктів, напівфабрикатів, відходів виробництва, контроль відповідно до вимог безпеки;

– характеристика виробничих приміщень, розрахунки або обґрунтування категорій за пожежно-вибуховою небезпечністю, класів за ПУЕ, визначення енергетичного потенціалу вибухонебезпечних блоків, радіуси зон можливих руйнувань;

– заходи щодо забезпечення безпеки процесів і виробів;

– заходи щодо захисту персоналу від травм та забезпечення евакуації працюючих при можливих аваріях і пожежах;

– дані з освітлення робочих місць, шуму, вібрації, способах вилучення і нейтралізації відходів з небезпечними властивостями, засобам запобігання пожеж, вибухів;

– дані щодо зберігання і транспортування матеріалів, напівфабрикатів з небезпечними і шкідливими властивостями, ведення робіт з навантаження і розвантаження;

– заходи щодо захисту працюючих від зовнішніх і внутрішніх факторів, наявність санітарно-побутових приміщень, медобслуговування, дані про пільги, допустимість роботи жінок і підлітків.

Найважливішими нормативними документами, якими керуються при проектуванні розділу, є:

– система стандарти безпеки праці (ССБП):

– ДНАОП 0.00.-1.32-01. Правила будови електроустановок;

– ОНТП 24-96. Категорії приміщень і будинків за пожежно-вибуховою і пожежною небезпекою;

– СНіП 2.01.02-85. Протипожежні норми;

– інші будівельні норми і правила проектування будинків, споруд, мереж і норми органів державного нагляду.

Відповідно до ГОСТ 12.0.001-82. Система стандартів безпеки праці (ССБП) – комплекс взаємозалежних стандартів, що містять вимоги, норми і правила, спрямовані на забезпечення безпеки, збереження здоров’я і працездатності людини в процесі праці, крім питань, регульованих трудовим законодавством. Норми і правила органів державного нагляду і стандарти ССБП взаємопов’язані.

Вимоги, установлені стандартами ССБП, повинні бути враховані у конструкторській, технологічній і проектній документації.

Позначення стандарту ССБП складається з індексу (ГОСТ), реєстраційного номера, перші дві цифри якого (12) визначають належність стандарту до

комплексу ССБП, наступна цифра із крапкою вказує групу стандарту і три наступні цифри – порядковий номер стандарту в групі. Через тире вказується рік затвердження стандарту.

ССБП включає групи відповідно до табл.2.2.

Таблиця 2.2 – Групи ССТБ

Шифр групи	Найменування групи
0	Організаційно-методичні стандарти
1	Стандарти вимог і норм за видами небезпечних і шкідливих виробничих факторів
2	Стандарти вимог безпеки до виробничого обладнання
3	Стандарти вимог безпеки до виробничих процесів
4	Стандарти вимог до засобів захисту працюючих

Стандарти групи "0" встановлюють:

– організаційно-методичні основи стандартизації в області безпеки праці (цілі і задачі, структура системи, впровадження і контроль дотримання стандартів ССБП, термінологія в області безпеки праці, класифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів і ін.);

– вимоги (правила) до організації робіт, спрямованих на забезпечення безпеки праці (навчання працюючих безпеці праці, атестація персоналу, методи оцінки стану безпеки праці і ін.).

Стандарти групи "1" встановлюють:

– вимоги за видами небезпечних і шкідливих виробничих факторів, гранично припустимі значення їх параметрів і характеристик;

– методи контролю нормованих параметрів і характеристик небезпечних і шкідливих виробничих факторів;

– методи захисту працюючих від впливу небезпечних і шкідливих

– виробничих факторів.

Стандарти групи "2" встановлюють:

– загальні вимоги безпеки до виробничого обладнання;

– вимоги безпеки до окремих груп (видів) виробничого обладнання;

– методи контролю виконання вимог безпеки. Стандарти групи "3" установлюють:

– загальні вимоги безпеки до виробничих процесів;

– вимоги безпеки до окремих груп (видів) технологічних процесів;

– методи контролю виконання вимог безпеки. Стандарти групи "4" установлюють:

– вимоги до окремих класів, видів і типів засобів захисту;

– методи контролю і оцінки засобів захисту;

– класифікацію засобів захисту.

На підставі вихідних даних і результатів проектування технології виробництва визначають *види матеріалів, продуктів, напівпродуктів і відходів*

виробництва, і оцінюють їх токсикологічні, пожежно-вибухонебезпечні характеристики за ССТП іншими нормативними документами і довідковій літературі.

Розрахунки або обґрунтування категорії виробничих приміщень за вибухопожежною небезпекою виконують за ОНТП 24-86.

Згідно ОНТП 24-86 за вибухопожежною і пожежною небезпекою приміщення і будинки підрозділяються на категорії: А, Б, В, Г і Д. Визначення категорій приміщень здійснюють послідовною перевіркою приналежності приміщень до категорій відповідно до таблиці 2.3 від вищої (А) до нижчого (Д).

Таблиця 2.3 – Категорії приміщень за ОНТП-24-86

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що перебувають у приміщенні
А Вибухопожежно-небезпечна	Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28ºС у такій кількості, що можуть утворитися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при запаленні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху у приміщенні, що перевищує 5 кПа. Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодією з водою, киснем повітря або один з одним у такій кількості, що надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа
Б Вибухопожежно-небезпечна	Горючі пили або волокна, з температурою спалаху більше 28°С, горючі рідини у такій кількості, що можуть утворитися вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при запаленні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху приміщенні, що перевищує 5 кПа.
В Пожежно-небезпечна	Горючі і важкогорючі рідини, тверді речовини і матеріали (у тому числі пил і волокна) речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, з киснем повітря або один з одним тільки горіти, за умови, що приміщення, у яких вони перебувають, не відносяться до категорій А и Б.
Г	Негорючі речовини і матеріали в гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і полум'я; горючі гази, рідини і тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.
Д	Негорючі речовини і матеріали у холодному стані.

Згідно з СНіП 2.01.02-85 будинки, споруди і їх частини (пожежні відсіки), підрозділяються за ступенями вогнестійкості, які визначаються мінімальними

межами вогнестійкості будівельних конструкцій і максимальними межами поширення вогню по цих конструкціях.

Ступінь вогнестійкості будинків приймають у проекті залежно від їхнього призначення, категорії за вибухопожежною і пожежною небезпечністю поверховості, площі поверху у межах пожежного відсіку. Орієнтовні конструктивні характеристики будинків залежно від їхнього ступеня вогнестійкості приймають відповідно до таблиці 2.4.

Межі вогнестійкості будівельних конструкцій визначають за СТ СЭВ 1000-78. Межі поширення вогню по будівельних конструкціях визначають шляхом випробування будівельних конструкцій на поширення вогню за методом, викладеним у СНіП 2.01.02-85.

Таблиця 2.4 – Орієнтовні конструктивні характеристики будинків залежно від їхнього ступеня вогнестійкості за СНіП 2.01. 02-85

Ступінь вогнестійкості	Конструктивні характеристики
I	Будинки з несучими і огороджувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.
II	Те ж. У покриттях будинків допускається застосовувати незахищені сталеві конструкції.
III	Будинки з несучими і огороджувальними конструкціями, з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону. Для перекриттів допускається використання дерев'яних конструкцій, захищених штукатуркою або важкозаймистими листовими чи плитними матеріалами. До елементів покриттів не ставляться вимоги за межами вогнестійкості і межам поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини піддаються вогнезахисній обробці.
IIIа	Будинки переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – зі сталевих незахищених конструкцій. Конструкції, що обгороджують, – зі сталевих профільованих листів або інших негорючих листових матеріалів із важкозаймистим утеплювачем.
IIIб	Будинки переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – із цільної або клеєної деревини, підданій вогнезахисній обробці, що забезпечує необхідну межу поширення вогню. Конструкції, що обгороджують, – з панелей або з елементної зборки, виконані із застосуванням деревини або матеріалів на її основі. Деревина і інші горючі матеріали конструкцій, що обгороджують, повинні бути піддані вогнезахисній обробці або захищені від впливу вогню і високих температур таким чином, щоб забезпечити необхідну межу поширення вогню.

Продовження табл. 2.4

IV	Будинки з несучими і огороджувальними конструкціями із цільної або клеєної деревини і інших горючих або важкозаймистих матеріалів, захищених від впливу вогню і високих температур штукатуркою або іншими листовими або плитними матеріалами. До елементів покриттів не ставляться вимоги за межами вогнестійкості і межами поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини піддаються вогнезахисній обробці.
IVa	Будинки переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – зі сталевих незахищених конструкцій. Огороджувальні конструкції – зі сталевих профільованих листів або інших негорючих матеріалів з горючим утеплювачем.
V	Будинки, до несучих і огороджувальних конструкцій яких не ставляться вимоги за межами вогнестійкості і межами поширення вогню.

Будівельні матеріали за горючістю (займистістю) підрозділяються на три групи: негорючі (незаймисті), тяжкогорючі (тяжкозаймисті) і горючі (займисті). Групи горючості будівельних матеріалів визначають за СТ СЭВ 382-76 і СТ СЭВ 2437-80.

Класифікація будівельних матеріалів і конструкцій за токсичністю продуктів горіння і здатності утворювати дим при горінні приймають за ГОСТ 12.1.044-89.

Згідно ДНАОП 0.00.-1.32-01 (ПУЕ-01) і ГОСТ 12.1.011-78 вибухонебезпечні суміші газів і пари підрозділяються на категорії вибухонебезпечності залежно від величини безпечного експериментального максимального зазору (БЕМЗ) відповідно до таблиці 3.11. БЕМЗ – це максимальний зазор між фланцями оболонки, через який не відбувається передача вибуху з оболонки у навколишнє середовище при будь-якій концентрації пального у повітрі.

Газо- і пароповітряні вибухонебезпечні середовища створюють вибухонебезпечні зони класів 0, 1 і 2, а пилоповітряні – 20, 21 і 22 відповідно до таблиці 2.5, горючі рідини, пили, тверді речовини і матеріали – пожежнонебезпечні зони класів П-I (рідини з температурою запалення більше 61 °C), П-II (пил і волокна), П-IIа {тверді речовини і матеріали), П-III (горючі речовини і пил відсутні).

Визначення категорії вибухонебезпечності блоків і значення енергетичного потенціалу вибухонебезпечних блоків, радіуси зон можливих руйнувань виконують за «Загальними правилами вибухонебезпечності хімічних, нафтохімічних і нафтопереробних виробництв».

Заходи щодо забезпечення безпеки процесів визначають, виходячи з оцінки критичних параметрів процесів. Установлюють діапазони вимірів критичних параметрів і вибирають адекватні способи і засоби запобігання виходу па-

раметрів за критичні значення, зокрема, використовуючи сигналізацію, запобіжні клапани, вибухові пластини (мембрани).

Таблиця 2.5 – Класи вибухонебезпечних зон за ДНАОП 0.00.-1.32-01

Клас вибухонебезпечної зони	Характеристика
0	Простір, у якому вибухонебезпечне середовище присутнє постійно або протягом тривалого періоду. Має місце тільки у межах корпусів технологічного обладнання.
1	Простір, у якому вибухонебезпечне середовище може створюватися при нормальній роботі – ситуації, коли установка працює у відповідно до своїх розрахункових параметрів.
2	Простір, у якому вибухонебезпечне середовище при нормальних умовах роботи відсутнє, а якщо виникає, то рідко і триває недовго. При проектуванні електроустановок можливість катастрофічної аварії (розрив трубопроводу високого тиску або резервуара великої місткості) не розглядається
20	Простір, у якому при нормальній експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто у кількості, достатній для створення вибухонебезпечної концентрації суміші з повітрям; простір, де можуть створюватися пилові шари не передбаченої або надмірної товщини. Звичайно має місце усередині устаткування.
21	Простір, у якому при нормальній експлуатації можлива поява пилу у вигляді хмари у кількості, достатній для створення вибухонебезпечної концентрації суміші з повітрям. Може включати простір поблизу місця порошкового заповнення або осідання; простір, де можлива поява пилових шарів.
22	Простір, у якому вибухонебезпечний пил у зваженому стані може з'являтися не часто і перебувати не довго або у якому шари вибухонебезпечного пилу можуть перебувати і утворювати вибухонебезпечні суміші у випадку аварії. Може включати простір поблизу обладнання, що втримує пил при викиді пилу.

Типовими є технічні рішення:

– установлення відповідної категорії електропостачання;
– установка обладнання у вибухозахищеному виконанні;
– захист обладнання від статичної електрики і вторинного прояву блискавки (заземлення, занулення);

– антикорозійний захист металоконструкцій і обладнання;

– застосування обладнання, що відповідає за матеріальним виконанням і технічній характеристиці середовищу, що переробляється, і граничним параметрам технологічного процесу;

– використання заходів проти протоку і розтікання ЛЗР;

– установки аспіраційних систем для вловлювання пилу;

– установки засобів пожежогасіння і автоматичної пожежної сигналізації.

Евакуаційні шляхи визначають із урахуванням вимог СНіП 2.01.02-85. Вони повинні забезпечувати безпечну евакуацію всіх людей, що перебувають у приміщеннях будинків, через евакуаційні виходи. Передбачають заходи щодо захисту персоналу від механічних травм, згідно з ССБП, будівельними нормами і іншими нормативним документами, зокрема:

– достатню освітленість робочих місць;

– вільні проходи у місцях обслуговування обладнання;

– справне огородження майданчиків, сходів, захист від опіків, зокрема:
  - надійну герметизацію обладнання;
  - суворе дотримання робочих інструкцій і інструкцій з техніки безпеки всіма працівниками виробництва,

– захист від поразки електричним струмом, зокрема:
  - наявність справної ізоляції і своєчасна перевірка її опору;
  - справне заземлення,

– захист від отруєння:
  - точне дотримання норм технологічного режиму;
  - герметичність обладнання;
  - застосування засобів індивідуального і колективного захисту;
  - наявність газоаналізаторів і інших приладів.

Засоби індивідуального захисту приймають відповідно до норм ССБП, з огляду на характер роботи персоналу. Норми природного і штучного освітлення приймають за СНіП 11-4-79. Захист від шуму, вібрації, електричних полів і ін. проектують із урахуванням вимог ССБП.

Виконання проектних рішень з охороні праці забезпечують при виконанні інших частин і розділів проекту.

2.7. Розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі проектної документації об'єктів

Розроблення ІТЗ ЦЗ (ЦО) передбачається відповідно до вимог постанови Кабінету Міністрів України від 20 травня 2009 р. № 489, ДБН А.2.2-3, ДБН В.1.2-4 для об'єктів, визначених у додатку З.

Проектні рішення щодо ІТЗ ЦЗ (ЦО) оформлюються у вигляді окремого розділу. При цьому проектною організацією за погодженням із замовником залежно від категорії складності об'єкта визначається кількість стадій проекту-

вання розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) та його склад і зміст в остаточній проектній документації.

Розроблення проектної документації розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) можуть здійснювати юридичні та фізичні особи–суб'єкти господарської діяльності незалежно від форм власності (далі – проектувальник), які мають ліцензію на цей вид діяльності згідно з законодавством.

Проектна документація розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) підлягає погодженню відповідно з вимогами ДБН А.2.2-3, ДБН В.1.2-4.

За відсутності норм та правил на проектування запропоновані проектні рішення розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) необхідно погоджувати з відповідними органами державного нагляду та центральним органом виконавчої влади з питань цивільного захисту (цивільної оборони) або його територіальними органами.

Документація розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі загальної проектної документації об'єкта, незалежно від джерел фінансування будівництва, підлягає обов'язковій комплексній державній експертизі відповідно до вимог постанови Кабінету Міністрів України від 31.10.07 № 1269.

Комплексна державна експертиза документації розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) об'єктів, що можуть спричинити виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру та вплинути на стан захисту населення і територій, проводиться службами Укрдержбудекспертизи як відповідальним виконавцем із обов'язковим залученням представників центрального органу виконавчої влади з питань цивільного захисту (цивільної оборони) або його територіальних органів відповідно до вимог постанови Кабінету Міністрів України від 29 серпня 2008 № 767.

Проектна документація розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) затверджується у складі загальної проектної документації згідно з вимогами постанови Кабінету Міністрів України від 31.10.07 № 1269 та ДБН А.2.2-3.

Контрольний примірник розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) проектної документації об'єкта зберігається в архіві проектувальника.

Відповідно до договору проектувальник виконує всі вимоги щодо надання документації розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) до страхового фонду документації, у тому числі на магнітних носіях.

Після затвердження у встановленому порядку проектної документації один примірник розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) замовник направляє до центрального органу виконавчої влади з питань цивільного захисту (цивільної оборони) або його територіального органу для організації контролю за реалізацією цих заходів під час будівництва об'єкта та його подальшої експлуатації.

Основні вихідні дані та вимоги для розроблення розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) включають:

– категорію об'єкта з цивільної оборони (цивільного захисту) згідно з порядком віднесення об'єктів національної економіки до відповідних категорій із цивільної оборони (цивільного захисту);

– категорію міста, у якому розташовується об'єкт будівництва, відповідно до порядку віднесення міст до відповідних груп з цивільного захисту (цивільної оборони);

– категорії та групи з цивільного захисту (цивільної оборони), розташованих поблизу об’єктів економіки та міст (якщо такі є);

– вимоги щодо захисних властивостей захисних споруд цивільного захисту (цивільної оборони) (далі – ЗС ЦЗ (ЦО) з урахуванням вимог ДБН В.2.2-5, ДБН В.1.2-4;

– наявність можливих джерел надзвичайних ситуацій техногенного характеру на об’єкті, який проектується;

– наявність можливих джерел надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру у районі будівництва об’єкта із зазначенням характеристик вражаючих факторів;

– додаткові дані, які визначені розділом ІТЗ ЦЗ (ЦО) відповідної містобудівної документації, розробленим відповідно до вимог ДБН Б.1.1.5;

– створення систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та локальних систем оповіщення відповідно до правил влаштування, експлуатації та технічного обслуговування систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей у разі їх виникнення;

– заходи щодо запобігання сторонньому втручанню у діяльність об’єкта;

– додаткові вимоги, які повинні бути враховані при розробленні розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО).

Форма завдання на розроблення розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі проектної документації об’єкта наведена у додатку В.

Розділ ІТЗ ЦЗ (ЦО) оформляється окремим томом (книгою), у якому в систематизованому вигляді наводяться проектні рішення щодо ІТЗ ЦЗ (ЦО) із необхідними обґрунтуваннями і кресленнями.

У пояснювальній записці до загальної проектної документації об’єкта наводяться основні відомості щодо ІТЗ ЦЗ (ЦО). У проектних рішеннях, які викладені в інших розділах проекту і містять інформацію щодо ІТЗ ЦЗ (ЦО), наводяться тільки відомості та загальне описання цих рішень із обов’язковим посиланням на основний розділ проекту, у якому є необхідна інформація.

Розділ ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі проектної документації об’єктів повинен складатися з **текстової** і **графічної частин**.

У текстовій частині наводяться вихідні дані і вимоги для розроблення ІТЗ ЦЗ (ЦО), коротка характеристика об’єкта чи (або) ділянки будівництва, обґрунтування прийнятих технічних рішень та їх описання.

Графічна частина включає ситуаційні та генеральні плани територій, населених пунктів (витяги з них) із нанесенням на них відповідних проектних рішень щодо ІТЗ ЦЗ (ЦО), принципові схеми технологічних процесів, необхідні схеми інженерних мереж і систем, профілі і плани трас, плани та розрізи будинків і споруд із зображенням на них ІТЗ ЦЗ (ЦО).

Проектні рішення розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) залежно від економічної та оборонної значимості об’єкта, а також його потенційної небезпеки, як правило, складаються із двох частин:

– проектні рішення у сфері цивільного захисту (цивільної оборони), які розроблюються з урахуванням розміщення виробничих сил і розселення насе-

лення, відповідних груп міст і категорій об’єктів із цивільної оборони (цивільного захисту), вимог ДБН В.1.2-4 щодо зон можливих небезпек, а також необхідності створення містобудівних умов для забезпечення сталого функціонування цих об’єктів;

– проектні рішення щодо попередження надзвичайних ситуацій (далі – НС) техногенного та природного характеру, які розроблюються з урахуванням потенційної небезпеки на об’єкті, який проектується, а також на поряд розташованих об’єктах, та результатів інженерних вишукувань, оцінки природних умов і навколишнього середовища.

Проектні рішення у сфері цивільного захисту (цивільної оборони) повинні передбачати реалізацію інженерно-технічних заходів, передбачених ДБН В.1.2-4, ДБН Б.1.1:5.

До розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі проектної документації всіх об’єктів включаються:

– обґрунтування віднесення об’єкта до відповідної категорії з цивільної оборони (цивільного захисту);

– визначення меж зон можливої небезпеки, які передбачені ДБН В.1.2-4;

– обґрунтування відстані об’єкта від категорованих міст та об’єктів з цивільної оборони (цивільного захисту), зон катастрофічного затоплення від прориву гідротехнічних споруд тощо;

– дані про вогнестійкість будинків і споруд відповідно до вимог ДБН В.1.1-7;

– обґрунтування чисельності найбільшої працюючої зміни персоналу об’єкта;

– обґрунтування чисельності чергового та лінійного персоналу об’єктів, що забезпечують життєдіяльність категорованих міст і об’єктів;

– обґрунтування умов функціонування об’єкта у воєнний час;

– рішення щодо влаштування системи раннього виявлення НС та локальної системи оповіщення населення, яке проживає у зонах можливого ураження, та персоналу цього об’єкта;

– рішення стосовно безаварійної зупинки технологічних процесів;

– рішення щодо підвищення надійності електропостачання об’єктів та технологічного устаткування, що не підлягають відключенню від електропостачання;

– рішення щодо підвищення стійкості роботи джерел водопостачання та захисту їх від радіоактивних і небезпечних хімічних речовин;

– рішення щодо світломаскувальних заходів відповідно до вимог СНиП 2.01.53 та інших заходів із маскування об’єкта відповідно до вимог завдання на проектування.

Для об’єктів, на яких передбачається будівництво захисних споруд цивільного захисту (цивільної оборони), споруд подвійного призначення, захищених пунктів управління (далі – ЗПУ), до розділу включаються:

– обґрунтування кількості людей, що підлягають укриттю у ЗС ЦЗ (ЦО), виходячи із чисельності:

- найбільшої працюючої зміни об'єкта;
- чергового і лінійного персоналу, який забезпечує життєдіяльність об'єкта у воєнний час;
- нетранспортабельних хворих і медичного персоналу;
- персоналу, що підлягає евакуації;

– обґрунтування кількості та місць розміщення ЗС ЦЗ (ЦО), споруд подвійного призначення, ЗПУ;

– обґрунтування вибору ЗС ЦЗ (ЦО), у якій передбачається розміщення пункту управління об'єкта;

– обґрунтування захисних властивостей ЗС ЦЗ (ЦО) (класу сховищ або групи протирадіаційних укриттів) і ЗПУ, режимів вентиляції та розміщення ЗС ЦЗ (ЦО) та ЗПУ у забудові (вбудовані або окремо розташовані);

– обґрунтування ефективного використання ЗС ЦЗ (ЦО) у мирний час для господарських, культурних і побутових потреб та термінів переводу їх у готовність до використання за призначенням;

– проектно-кошторисна документація на кожну ЗС ЦЗ (ЦО), споруду подвійного призначення, ЗПУ, яка розроблена відповідно до вимог ДБН В.2.2-5 тощо.

Проектні рішення щодо попередження НС техногенного та природного характеру повинні передбачати:

– попередження можливих НС на об'єкті у зв'язку із прогнозованими аваріями на об'єкті будівництва та мінімізацію їх наслідків;

– попередження можливих НС на об'єкті у зв'язку із прогнозованими аваріями на поряд розташованих потенційно небезпечних об'єктах, включаючи аварії на транспорті;

– попередження можливих НС на об'єкті, джерелами яких є небезпечні природні процеси.

Розроблення цих проектних рішень доцільно проводити почергово відповідно до визначених етапів проектування.

Для проектів будівництва об'єктів, які відповідно до вимог постанови Кабінету Міністрів України від 11.07.2002 № 956 віднесені до об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН), розроблення проектних рішень розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) доцільно виконувати у взаємозв'язку із матеріалами та технічними рішеннями декларації безпеки об'єкта. Також до розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) ОПН та ПНО рекомендується включати результати аналізу ризику аварій відповідно до Положення щодо розроблення планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій, у тому числі таких, що пов'язані з пожежами та вибухами.

Рішення щодо попередження можливих НС у зв'язку із прогнозованими аваріями на об'єкті будівництва та мінімізацією їх наслідків включають:

а) перелік особливо небезпечних виробництв із зазначенням небезпечних речовин та їх кількості для кожного виробництва;

б) визначення зон дії основних небезпечних факторів при аваріях (із розрахунками меж цих зон та методиками, на підставі яких проводились ці розрахунки);

в) відомості про чисельність і розміщення персоналу об'єкта, що проектується, інших об'єктів (організацій), що можуть потрапити у зону дії небезпечних факторів у випадках аварій на об'єкті будівництва;

г) відомості про чисельність і розміщення населення на прилеглій території, що може опинитися у зоні дії небезпечних факторів у випадку аварій на об'єкті;

д) рішення щодо недопущення розгерметизації технологічного обладнання та попередження аварійних викидів небезпечних хімічних речовин, вибухових речовин і матеріалів, займистих та горючих речовин;

е) відомості про наявність і характеристики систем контролю радіаційної, хімічної обстановки, виявлення вибухонебезпечних концентрацій;

є) рішення, які спрямовані на попередження розвитку аварій і локалізацію викидів (виливів) небезпечних хімічних речовин, вибухових речовин і матеріалів, займистих та горючих речовин;

ж) рішення щодо забезпечення вибухопожежобезпечності будівель, споруд та технологічного обладнання об'єкта;

з) відомості про наявність і характеристики систем автоматичного управління, блокувань, сигналізації, а також безаварійної зупинки технологічного процесу;

і) рішення щодо забезпечення протиаварійної стійкості пунктів (систем) управління виробничим процесом, безпеки персоналу, що перебуває в них, і можливості управління процесом при аварії;

ї) відомості про наявність, місця розміщення та характеристики основних (резервних) джерел електро-, тепло-, газо- і водопостачання, а також систем зв'язку;

й) відомості про потребу та розміщення резервів матеріальних засобів для ліквідації наслідків аварій на об'єкті, що проектується:

к) рішення щодо запобігання сторонньому втручанню у діяльність об'єкта (системи фізичного захисту та охорони об'єкта);

л) проектні рішення щодо систем раннього виявлення НС та локальної системи оповіщення про НС;

м) проектні рішення щодо забезпечення евакуації працівників та службовців із території об'єкта;

н) проектні рішення щодо забезпечення проведення аварійно-рятувальних робіт, безперешкодного пересування на об'єкті сил і засобів для ліквідації наслідків аварій.

Рішення щодо попередження можливих НС у зв'язку із прогнозованими аваріями на порядрозташованих потенційно небезпечних об'єктах, у тому числі аваріях на транспорті, включають:

а) перелік ПНО та транспортних комунікацій, аварії на яких можуть стати причиною виникнення НС на об'єкті будівництва;

б) визначення зон дії основних небезпечних факторів при аваріях на поряд розташованих ПНО, а також об'єктах транспорту із вказівкою джерела інформації або методик розрахунків, які використовувались;

в) відомості про чисельність і розміщення персоналу проектованого об’єкта, що може потрапити у зону дії небезпечних факторів, які можуть виникати у результаті аварій на поряд розташованих об’єктах;

г) проектні рішення щодо захисту людей, технологічного устаткування, будинків і споруд відповітряної ударної хвилі та шкідливих продуктів горіння, радіоактивного та хімічного забруднення, викиду забруднюючих речовин у повітря, катастрофічного затоплення тощо;

д) відомості про наявність і характеристики систем безаварійної зупинки технологічного процесу у випадку НС, джерелами яких є аварії на поряд розташованих ПНО (ОПН);

е) рішення щодо забезпечення протиаварійної стійкості пунктів (систем) управління виробничим процесом, безпеки персоналу, що перебуває у них, і можливості управління процесом при НС;

є) відомості про наявність, місця розміщення і характеристики основних (резервних) джерел електро-, тепло-, газо- і водопостачання, а також систем зв’язку;

ж) відомості про потребу і розміщення резервів матеріальних засобів для ліквідації НС на об’єкті, що проектується;

з) проектні рішення щодо систем раннього виявлення НС та локальної системи оповіщення про НС;

і) проектні рішення щодо забезпечення евакуації працівників та службовців з території об’єкта;

ї) проектні рішення щодо забезпечення проведення аварійно-рятувальних робіт, безперешкодного пересування на об’єкті, сил і засобів для ліквідації наслідків аварій.

Контрольні запитання та завдання для самостійної роботи

1. На яких принципах ґрунтується екологічно-чисте виробництво?
2. Проаналізуйте схему елементів виробничого процесу під час впровадження екологічно чистого виробництва
3. Які інженерні об’єкти відносять до природоохоронних?
4. Яких принципів слід дотримуватись при проектуванні природоохоронних об’єктів?
5. Можливість скорочення санітарно-захисних зон.
6. В чому полягає захист навколишнього середовища при проектуванні природоохоронних об’єктів.
7. В чому полягає призначення та склад розділу ОВНС?
8. На якій стадії проектування складається розділ ОВНС?
9. В чому полягає призначення та зміст Заяви про екологічні наслідки?
10. В чому полягає призначення та обов’язки державної екологічної експертизи?
11. Які особливості має громадська екологічна експертиза та її функції?

12. Проаналізуйте дії проектувальників щодо висновків державної екологічної експертизи.

13. Охарактеризуйте зміст етапів ОВНС під час проектування.

14. Дослідіть на конкретному прикладі алгоритм проведення ОВНС об’єкта на стадії проектування.

15. Яку послідовність має попереднє обґрунтування та узгодження проектної документації

16. На яких стадіях циклу існування підприємства виконують його оцінювання та контроль безпечності?

17. Які вимоги висуваються до охорони праці та безпеки життєдіяльності проекту?

18. Які заходи щодо захисту персоналу повинні бути враховані при проектуванні підприємств?

19. Чим характеризується система стандартів безпеки праці?

20. Які вимоги висуваються до складання розділу «Охорона праці» ТЕО інвестицій, проекту або робочого проекту?

3. ПРОЕКТУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

У випадку невідповідності підприємств, технічних засобів, матеріалів та інших об'єктів вимогам екологічної безпеки та охорони праці виникає нагальна потреба розроблення комплексу заходів, спрямованих на покращання цих показників. Тому норми екологічної безпеки необхідно враховувати під час проектування виробництва ще до будівництва промислового об’єкту. Захисні заходи і конструктивні рішення майбутнього виробництва можуть бути втілені на етапі планування підприємства через вибір маловідходних технологічних операцій та процесів; безпечних, ресурсозберігаючих та енергоефективних конструкції устаткування або застосування додаткових пристроїв та екобіозахисної техніки.

3.1. Вибір майданчика для будівництва

Майданчик для будівництва промислового підприємства, будівлі або споруди вибирається при складанні ТЕО до затвердження завдання на проектування. Для вибору пункту будівництва проводиться обстеження запропонованих варіантів розміщення і збір необхідних даних для техніко-економічного аналізу і визначення їх економічної ефективності. Основою для рекомендацій варіанта розміщення є вихідні дані, що характеризують підприємство, намічене до будівництва. Вихідні дані розробляються на основі укрупнених показників і відомостей або як результат технічних і економічних розрахунків при складанні ТЕО.

У процесі вибору будівельного майданчика зіставляються усі чинники і техніко-економічні розрахунки по обстежених майданчиках із погляду найкращого задоволення умов будівництва й експлуатації підприємства. При цьому враховуються:

– розмір і конфігурація майданчика, можливість розширення підприємства;
– належність земель і їх придатність для сільського господарства;
– гідрогеологічні якості майданчика (рельєф, середній ухил, рівень ґрунтових вод, затоплюваність, допустимий тиск на ґрунт);
– знос будівель, близькість майданчика до міста (житлового селища) і умови сполучення з ними;
– задоволення санітарно-гігієнічних і технічних вимог;
– ув’язування розміщення підприємства на обраному майданчика з розвитком промисловості в місті;

– умови одержання енергії і довжина трас (електроенергії, тепло-, газо-, водопостачання, радіофікації і зв'язку);

– умови скидання стічних вод і довжина трас господарсько-фекальних і зливових стоків;

– наявність під'їзних автомобільних доріг.

В окремих випадках перераховані техніко-економічні показники можуть бути доповнені, наприклад, такими даними:

- умови примикання і відстань до залізничної станції;
- наявність чинників, що ускладнюють будівництво (ґрунти, що осідають, карстові явища, підземні виробітки, гідроізоляція і т.д.);
- можливість кооперування з іншими підприємствами;
- додаткові витрати на грабарювання, спорудження доріг, приєднання до джерел енергопостачання, пайова участь інших підприємств у будівництві зовнішніх комунікацій і об'єктів кооперованого будівництва.

Організаційні роботи з вибору площадки робить Замовник. При цьому створюється комісія, до складу якої входять представники генерального проектувальника, місцевої адміністрації, територіальної проектної організації Держбуду, дослідницьких організацій, територіальних і місцевих органів державного нагляду, штабів військових округів, цивільної оборони й інших зацікавлених організацій.

Комісія у своїй роботі керується основами земельного, водного законодавства і враховує також проекти районного планування. Робота комісії закінчується складанням акта про вибір майданчика, який оформлюється у виконкомі місцевої Ради народних депутатів за участю всіх членів комісії. Акт підписують усі члени комісії і його затверджує міністерство або відомство-замовник у встановленому порядку. Затверджений акт про вибір майданчика для будівництва є документом про узгодження намічених рішень і умови підключення до джерел постачання, інженерних мереж і комунікацій.

У випадку, коли хтось з членів комісії з чимось не згоден, він пише на Акті свою особисту думку, яка розглядається керівником органу самоврядування.

Якщо комісія не дійшла згоди щодо вибору земельної ділянки, може бути прийнято рішення про проведення додаткових передпроектних робіт для уточнення вихідних даних щодо розміщення об'єкта або рішення про пошук іншої земельної ділянки.

Одним з найважливіших питань при виборі земельної ділянки є її належність до земельного кадастру.

Термін дії Акту вибору майданчика, як правило, становить до 3-х років.

3.2. Генеральний план підприємства

3.2.1. Структура генерального плану підприємства

Будь-яке проектування починається з генерального плану (генплану), який потім уточнюється в процесі детального проектування. Нормативною ба-

зою для його розробки є СНиП-ІІ-89-80 «Генеральні плани промислових підприємств».

Генеральний план підприємства – частина проекту, в якій комплексно вирішують питання планування, розміщення будівель і споруд, транспортних комунікацій і інших мереж на території підприємства. У цій частині розв'язуються завдання, пов'язані з розміщенням підприємства в промисловому вузлі.

Важлива частина розділу «Генеральний план підприємства» – графічне зображення генплану заводу і ситуаційного плану.

Генпланом називається креслення планування території, відведеної під будівництво, на яке в процесі проектування наносять усі будівлі і споруди, автомобільні і залізниці, підземні і наземні трубопроводи, кабельні лінії електропостачання і зв'язку. Рекомендований масштаб генплану 1:500; 1:2000; 1:5000.

Ситуаційний план відображає зв'язок підприємства з інженерною і транспортною інфраструктурою території, на якій будуватиметься підприємство. Він включає майданчик майбутнього заводу, сусідні промислові підприємства, існуючі населені пункти, автомобільні і залізниці, траси ліній водопроводу, каналізації із зазначенням місць огорожі води і скидання стоків, майданчика очисних споруд, теплоелектроцентралі (ТЕЦ), траси ліній теплопостачання, електропостачання, водоймища, водні шляхи, шляхи підвезення устаткування, будівельних матеріалів. Ситуаційний план виконують в масштабі 1:10000 або 1:25000.

На стадії розробки робочих документів генеральний план згідно з ДСТУ Б А.2.4-6-95 (ГОСТ 21.508-93) включає:

– робочі креслення генерального плану (основний комплект робочих креслень марки ГП або ГТ при об'єднанні у одному комплекті генерального плану і споруд транспорту);

– ескізні креслення загальних видів нетипових виробів, а також, при зазначенні у договорі на виконання проектних робіт:

- відомість потреби у матеріалах за ДСТУ Б А.2.4-10-95 (ГОСТ 21.110-95);
- відомість обсягів будівельних і монтажних робіт за ДСТУ Б А.2.4-10-95.

До складу основного комплекту робочих креслень генерального плану включають:

– загальні дані за робочими кресленнями;
– креслення розпланування;
– план організації рельєфу;
– план земляних мас;
– зведений план інженерних мереж;
– план благоустрою території;
– виносні елементи (фрагменти, вузли) за ДСТУ Б А.2.4-4-99 (при великій насиченості зображення).

Робочі креслення основного комплекту виконують на інженерно-топографічному плані (крім креслення плану земляних мас). Допускається кре-

слення розпланування, зведений план інженерних мереж і план благоустрою території виконувати без нанесення горизонталей рельєфу місцевості.

Контури проектованих будинків і споруд наносять на план на підставі архітектурно-будівельних робочих креслень, сполучаючи координатні вісі будинків і споруд із внутрішніми гранями стін.

Плани розташовують довгою стороною умовної границі території уздовж довгої сторони аркуша. Північна сторона території повинна перебувати вгорі. Допускається відхилення орієнтації на північ у межах 90° вправо і вліво. Плани, розташовані на різних аркушах виконують із однаковою орієнтацією.

При малій насиченості зображень допускається з'єднання декількох різних планів у один із присвоєнням йому відповідного найменування, наприклад, «Креслення розпланування і план організації рельєфу».

У генплані передбачається функціональне зонування території з урахуванням:

– технологічних зв'язків;
– санітарно-гігієнічних і протипожежних вимог;
– раціонального розміщення інженерних зв'язків усередині підприємства, а також між підприємством і житловим селищем;
– можливості будівництва чергами і пусковими комплексами;
– захисту підземних вод і поверхневих водоймищ від забруднення стічними водами і відходами
– кліматичних особливостей району.

Важливим показником генплану, який характеризує використання землі, є щільність забудови. Під щільністю забудови розуміють відношення площі будівель усіх видів і споруд, зокрема естакад, майданчиків навантажувально-розвантажувальних пристроїв, підземних споруд, складів, санітарно-технічних і енергетичних установок, до площі заводу в межах огорожі. Норматив щільності забудови визначається Будівельними нормативами і правилами (ДБН, СНіП).

Розміщення технологічних об'єктів на генплані з логістичної позиції повинне відповідати послідовності переробки сировини від складів сировини до складів готової продукції. Технологічні потоки прямують паралельно один одному і перпендикулярно напряму розгортання підприємства. Це дозволяє автономно розвивати нові комплекси, що будуються.

Генплан передбачає поділ території підприємства на зони з урахуванням функціонального призначення об'єктів. Зони формуються так, щоб звести до мінімуму зустрічні потоки, забезпечити виконання норм і правил охорони праці і протипожежних норм. Як правило, це зони: передзаводська, виробнича, підсобна, складська, а також зони сировинного і товарного складів.

В **передзаводській** зоні розміщується управління підприємством, навчальний комбінат, поліклініка, їдальня, депо і т.п. Передзаводська зона зазвичай формується перед прохідною (поза огорожею підприємства). Тут передбачені елементи впорядкування (рис. 3.1) та озеленення. Передзаводську зону підприємства слід розміщувати з боку основних під'їздів і підходів персоналу підприємства.



Рис. 3.1. Приклади благоустрою передзаводської зони

На великих підприємствах, де огорожа має значну довжину, рекомендують влаштовувати декілька прохідних і розташовувати їх на відстані не більше 1,5 км одна від одної. У цих випадках влаштовується декілька передзаводських зон за числом прохідних.

Виробнича зона займає 25–30 % території. У ній розміщуються більшість технологічних установок, об'єкти загальнозаводського господарства (оборотне водопостачання, електропідстанція, лабораторія КІП і т.п.).

Підсобна зона – призначена для розміщення ремонтно-механічного цеху, ремонтно-будівельного цеху. Підсобних зон може бути декілька.

Складська зона – в ній розміщують склади устаткування, паливно-мастильних матеріалів, реагентів і т.п.

Зони **сировинних і товарних складів** – тут розміщуються резервуари, насосні, сховища, естакади для прийому сировини і відвантаження продуктів.

Територія хімічного підприємства розбивається сіткою вулиць на квартали, що мають прямокутну форму. Площа кварталу не повинна перевищувати 16 га. Довжина однієї сторони кварталу не більше 300 м. Відстань між об'єктами в сусідньому кварталі не менше 40 м.

Розташування сітки кварталів вибирається з урахуванням рози вітрів так, щоб забезпечити провітрювання кварталів. З тих же міркувань треба уникати будівництва будівель П, Ш і Т-подібної форми.

Будівництво заводів ведеться комплексами, до складу яких включають одну або декілька установок і об'єкти загальнозаводського господарства. Об'єкти одного пускового комплексу повинні розміщуватися в найменшому числі кварталів. Причому квартал має забудовуватися повністю, щоб до нього вже не повертатися.

Розміщення установок на генплані мусить забезпечити мінімум довжини комунікацій, виключити зустрічні потоки. Компоновку устаткування бажано здійснювати так, щоб входи і виходи рідких продуктів знаходилися на одній стороні і всі комунікації проходили по одній естакаді, що розташована в комунікаційному коридорі.

Для зменшення загазованості житлового масиву викидами промислових підприємств їх розташовують із урахуванням переважного напрямку вітрів, що

визначають по середній розі вітрів літнього періоду на основі багаторічних спостережень (50–100 років) метеорологічних станцій.

Розу вітрів розміщують на кресленнях ситуаційних і генеральних планів у верхньому лівому куті й будують у відповідному масштабі у такий спосіб: окіл ділять на 8 або 16 рівних частин і в результаті одержують 8 або 16 румбів: Пн (північ), ПнС (північно-схід), С (схід), ПдС (південно-схід), Пд (південь), ПдЗ (південно-захід), З (захід), ПнЗ (північно-захід). Від центра окола (початок координат) відкладають в обраному масштабі процентну повторюваність вітрів протягом року (результат багаторічних спостережень) по відповідних румбах. Отримані точки з'єднують. Найбільш витягнута сторона отриманої фігури показує напрямок пануючих вітрів.

Промислові будівлі рекомендується розташовувати вздовж осі пануючого вітру або під кутом 45° до нього.

Для виключення або зменшення заносу шкідливостей у житловий район вітрами інших напрямків, що відрізняються від пануючого, між підприємством і житловим районом передбачають санітарно-захисну зону.

Ширину санітарно-захисної зони визначають залежно від виду виробництва, шкідливостей, що виділяються, і умов технологічного процесу відповідно до вимог ДСП 173-96. Класифікація підприємств, виробництв і об'єктів установлює п'ять класів мінімальних санітарно-захисних зон: I – 1000 м; II – 500 м; III – 300 м; IV – 100 м; V – 50 м. Санітарно-захисну зону або її частину не можна використовувати як резерв для розширення території підприємства.

Будівлі і споруди на території промислового підприємства варто розташовувати компактно, відповідно до їхнього технологічного взаємозв'язку, характеру шкідливостей, що виділяються, і залежно від пожежо- і вибухонебезпечності виробництв.

У разі пожежі для обмеження поширення вогню територією підприємства істотне значення має дотримання розрахункових відстаней між будівлями. При визначенні протипожежних відстаней за основу беруть ступінь вогнестійкості будівель і категорію виробництва за вибуховою, вибухопожежною і пожежною небезпекою. Так, відстані між будівлями і спорудами I і II класів вогнестійкості, якщо в них не розміщені виробництва, небезпечні за вибухом або пожежою, звичайно не нормують. Якщо ж у цих будівлях розміщені вибухо- або пожежонебезпечні виробництва, то відстані між ними приймають не менше 9 м. Для будівель III, IV і V ступенів вогнестійкості названі відстані збільшують до 12, 15 і 18 м.

Водночас СНІП 11-89-80 передбачає окремі умови, що дозволяють не нормувати або зменшувати протипожежні відстані. Наприклад, якщо стіна більш високої і широкої будівлі або споруди, що виходить у бік іншої будівлі, є протипожежною, то відстані між ними не нормуються. Зменшення протипожежної відстані для будівель і споруд I і II ступеня вогнестійкості з вибухо- і пожежонебезпечними виробництвами з 9 до 6 м передбачається також при обладнанні їх автоматичними станціями пожежогасіння.

3.2.2 Архітектурно-будівельні рішення

На кресленні розпланування (плані розташування будинків і споруд) наносять і вказують відповідно до рисунка 3.2:

– будівельну геодезичну сітку або базис розпланування, що її заміщає.
– «червону» лінію, що відокремлює територію, призначену під забудову;
– огородження з воротами і хвіртками та умовною границею території;
– свердловини і шурфи інженерно-геологічних вишукувань, не зазначені на топографічному плані;
– будинки і споруди, у тому числі комунікаційні (естакади, тунелі);
– майданчики виробничі і складські;
– автомобільні дороги і майданчики з дорожнім покриттям;
– залізничні колії;
– елементи благоустрою (тротуари, майданчики);
– елементи і споруди планування рельєфу (укоси, підпірні стінки, пандуси);
– водовідвідні споруди;
– покажчик напрямку на північ стрілкою з буквою «П» у вістря (у лівому верхньому куті аркуша).

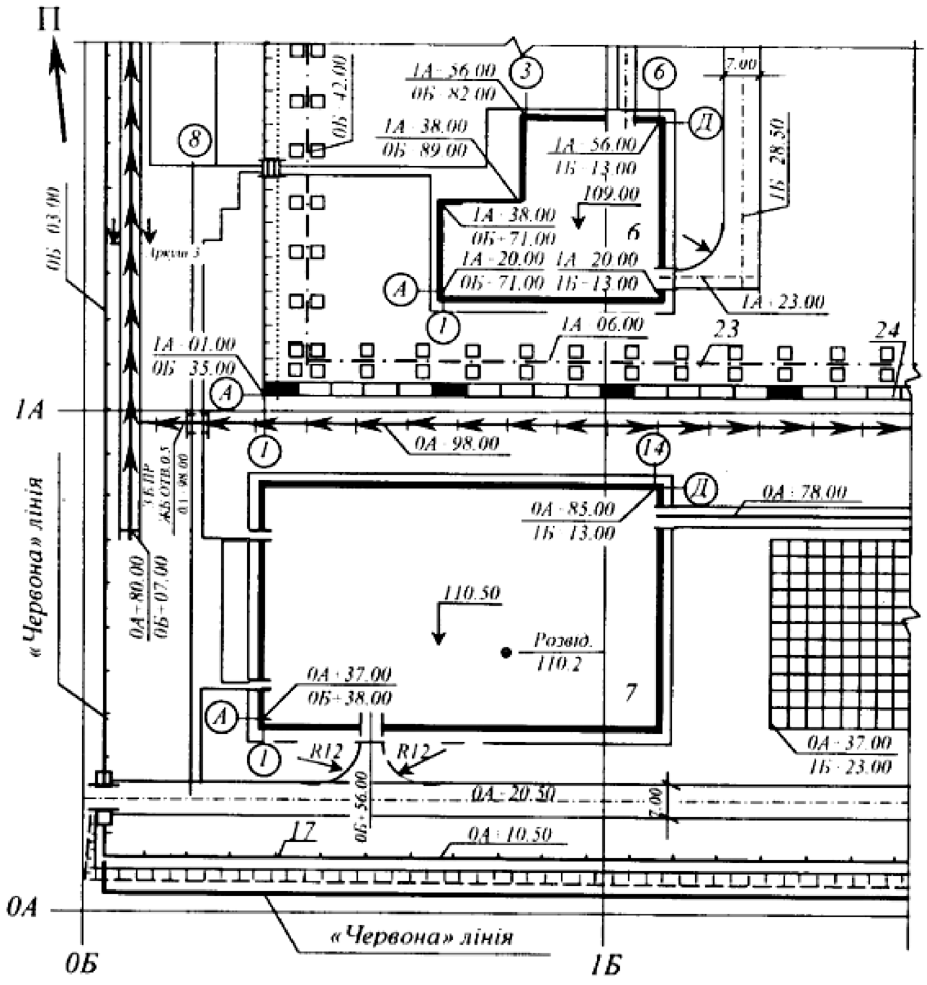


Рис. 3.2. Частина зображення робочого креслення розпланування з координатною прив’язкою за ДСТУ Б А.2.4-6-95

Креслення розпланування виконують з координатної або з розмірною прив'язкою. Будівельну геодезичну сітку наносять на усе креслення розпланування у вигляді квадратів зі сторонами 10 см. Початок координат приймають у нижньому лівому куті. Вісі будівельної геодезичної сітки позначають арабськими цифрами, що відповідають числу сотень метрів від початку координат, і прописними буквами українського алфавіту.

Розмірну прив'язку здійснюють від планувального базису, яким може бути будь-яка пряма лінія, що проходить через дві закріплені на місцевості точки, які позначають прописними буквами українського алфавіту.

Будинки і споруди на кресленні зображують у масштабі креслення з вказівкою прорізів воріт і дверей і, при необхідності, координат осей воріт або прив'язки воріт до координатних осей будинку.

Усередині контуру будинку, споруди вказують:

– номер будинку, споруди у нижньому правому куті;

– абсолютну відмітку, що відповідає умовній нульовій відмітці, прийнятій у будівельних кресленнях будинку, споруди.

На контурі будинку, споруди вказують:

– координати точок перетинання координатних осей будинку, споруди у двох його протилежних кутах, а при складній конфігурації будинку, споруди або розташування їх не паралельно до осей будівельної геодезичної сітки – у всіх кутах. Для концентричних споруд – координати центра і однієї характерної точки, а також діаметр. Для лінійних – координату осі або координати початку і кінця окремих ділянок;

– розмірну прив'язку координатних осей будинку, споруди до розпланувального базису і розміри будинку, споруди між осями при відсутності будівельної геодезичної сітки;

– позначення координатних осей будинку, споруди у координованих точках.

Навколо будинку, споруди показують вимощення і в'їзні пандуси, зовнішні сходи та майданчики біля входів.

На кресленні розпланування приводять відомість водовідвідних споруд за формою 5 ДСТУ Б А.2.4-6-95.

3.2.3 Інженерна і транспортна інфраструктура підприємства

Інженерні мережі і технологічні трубопроводи. На території підприємства прокладають значну кількість трубопровідних і інженерних мереж. До них, зокрема, належать: водопровід, каналізація, дощова каналізація, мережі тепло- і газопостачання, електричні мережі, зв'язок і т.і.

При розробці генплану забезпечується проходження інженерних мереж по найкоротших напрямах. Технологічні трубопроводи розміщують в смузі між заводськими автодорогами і межами установок, а також в коридорах усередині кварталів.

Існують такі способи прокладання комунікацій: підземний, наземний в лотку, наземний на шпалах, естакадний (на високих і низьких естакадах).

На естакадах необхідно передбачати місце для розміщення на конструкції естакад додаткових трубопроводів. Часто для економії землі естакади проектують багатоярусними. При прокладці на низьких опорах труби об'єднують в пучки шириною не більше 15 м. Для обслуговування труб передбачається вільна смуга шириною 4,5 м. У місцях перетинання доріг з трубами на низьких опорах будують спеціальні мости.

Для прокладання кабелів будують спеціальні естакади, їх розміщують упродовж доріг напроти трубопровідних естакад. При перетинанні кабелів з нитками трубопроводів перші розміщують нижче за труби і передбачають глухе вогнестійке покриття кабелів, що захищає їх від протікання рідин з трубопроводів. Поєднання кабельних естакад з естакадами технологічних трубопроводів допускається при кількості кабелів не більше 30.

Підземні мережі укладають, по можливості, в один канал або траншею.

Транспортні системи підприємства. Розділяють зовнішню і внутрішню транспортні системи підприємства. Зовнішня система пов'язує підприємство з шляхами сполучення загального користування. Внутрішній транспорт забезпечує переміщення вантажів по території заводу.

На генплані бажано групувати об'єкти, залежні від залізничного транспорту, в одному місці, причому намагаються забезпечити вільний вихід на залізничні магістралі де ширина колії становить 1520 мм.

Внутрішні заводські автодороги прийнято підрозділяти на магістральні, виробничі, проїзди і під'їзди.

Магістральні автодороги забезпечують проїзд усіх видів транспорту і об'єднують у загальну систему всі заводські дороги. Параметри магістралі повинні забезпечувати можливість проїзду монтажних кранів, підвезення великогабаритних апаратів і конструкцій.

Виробничі дороги призначені для сполучення цехів, установок, складів і інших об'єктів між собою (перевезення виробничих вантажів і будівельних матеріалів).

Проїзди і під'їзди забезпечують провезення допоміжних вантажів і забезпечують пересування транспорту в процесі ремонтних або аварійних робіт. Всередині заводські дороги можуть бути кільцеві, тупикові або змішані.

Відстань від доріг до будівель повинна бути не менше 5 м. В межах узбіч автодороги допускається прокладка мереж протипожежних водопроводів, зв'язку, сигналізації, зовнішнього освітлення, силових електрокабелів. Планувальні відмітки автодоріг роблять на 0,3 м вище прилеглої території.

У частині генерального плану, що стосується автомобільних доріг, наносять і вказують:

- переїзди через залізничні колії;
- транспортні розв'язки;
- координати або прив'язки осей автомобільних доріг і, при необхідності, їх номери;
- ширину автомобільних доріг;
- радіуси кривизни за крайкою проїзної частини автомобільних доріг у місцях їхнього взаємного перетину і примикання;

– укоси насипів і виїмок (при необхідності).

У частині залізничних колій наносять і вказують:

– номера шляхів;
– стрілочні переводи;
– упори;
– укоси насипів і виїмок (при необхідності).

Вертикальне планування території підприємства. Завданням вертикального планування є приведення рельєфу виробничого майданчика у відповідність до проекту, з урахуванням висотного розташування будівель і споруд.

Вертикальне планування вирішує задачі такого висотного розташування будівель і споруд, при якому створюються якнайкращі умови для транспортування будівельних конструкцій і устаткування, швидкого збору і відведення атмосферних опадів, швидкого відведення і збору аварійного розливу технологічних рідин, збору і відведення води при гасінні пожеж.

Залежно від визначеної проектом щільності забудови території підприємства застосовують суцільну, вибіркову або змішану (зональну) системи вертикального планування. Згідно з нормативами при щільності забудови більше 25 % застосовують суцільне планування.

При вертикальному плануванні передбачається зняття і складування верхнього шару родючого ґрунту. Для відведення поверхневих вод і розливів застосовують змішану систему відкритих зливостоків і закритих каналізацій. Поверхневі і талі води направляють в ставки-накопичувачі. З цією метою територія підприємства повинна мати ухил у бік такого ставка. Приймають такі значення ухилів поверхні при плануванні:

– для глинистих ґрунтів 0,003–0,05;
– для піщаних ґрунтів 0,03;
– для тих, що легко розмиваються 0,01;
– для вічної мерзлоти 0,03.

Резервуарні парки і резервуари з легкозаймистими і горючими рідинами, газами розташовують на нижчих відмітках по відношенню до будівель і споруд. Ці резервуари обносять земляним валом або стіною.

Рівень підлоги першого поверху повинен бути не менше ніж на 15 см вищим за рівень сполученої з нею території.

План організації рельєфу виконують на основі креслення розпланування без вказівки та нанесення координатних осей будинків, споруд, координат, розмірів і розмірних прив’язок.

На плані організації рельєфу відповідно до рисунків 3.3 і 3.4 наносять і вказують:

– абсолютні відмітки у контурі будинку, споруди;
– проектні відмітки і покажчики ухилу за «червоними» лініями;
– проектні горизонталі або проектні відмітки опорних точок планування з зазначенням напрямку ухилу проектного рельєфу;
– відмітки низу і верху укосів, сходів, підпірних стінок, пандусів;
– відмітки дна у місцях переломів поздовжнього профілю, напрямок і величину ухилів водовідвідних споруд;

– дощоприймальні ґрати у знижених точках проектного рельєфу з відмітками верху ґрат;

– проектні відмітки планування і фактичні відмітки рельєфу місцевості по зовнішньому контуру вимощення у кутах будинків, споруд або, при відсутності вимощення, відмітки у місцях перетинання зовнішніх граней стін з рельєфом у кутах будинків, споруд – у вигляді дробу із проектною відміткою в чисельнику і фактичною – у знаменнику;

– проектні відмітки планування і фактичні відмітки рельєфу місцевості (при необхідності) по верху майданчиків різного призначення у місцях перетинання їхніх країв з рельєфом по кутах і у характерних точках;

– лінії перелому проектного рельєфу – при виконанні плану в проектних горизонталях і стрілками при виконанні плану в проектних відмітках.

На плані в частині автомобільних доріг наносять і вказують:

– проектні горизонталі (при виконанні плану в проектних горизонталях);

– контури поперечного профілю автомобільних доріг (при виконанні плану в проектних відмітках);

– точки перелому поздовжнього профілю з проектними відмітками;

– уклонопокажчики по осі проїзної частини автомобільних доріг;

– водовідвідні споруди з оцінками дна в місцях перелому поздовжнього профілю і величиною ухилів дна споруд;

– дощоприймальні ґрати у знижених точках проектного рельєфу з відмітками верху ґрат.

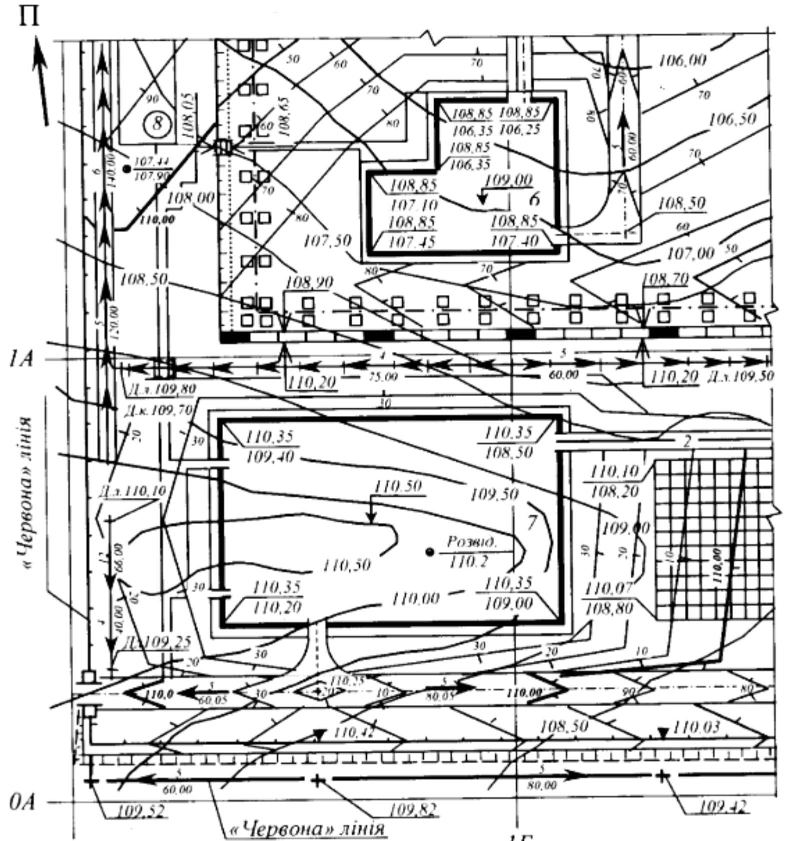


Рис. 3.3. Частина зображення робочого креслення плану організації рельєфу у проектних горизонталях за ДСТУ Б А.2.4-6-95

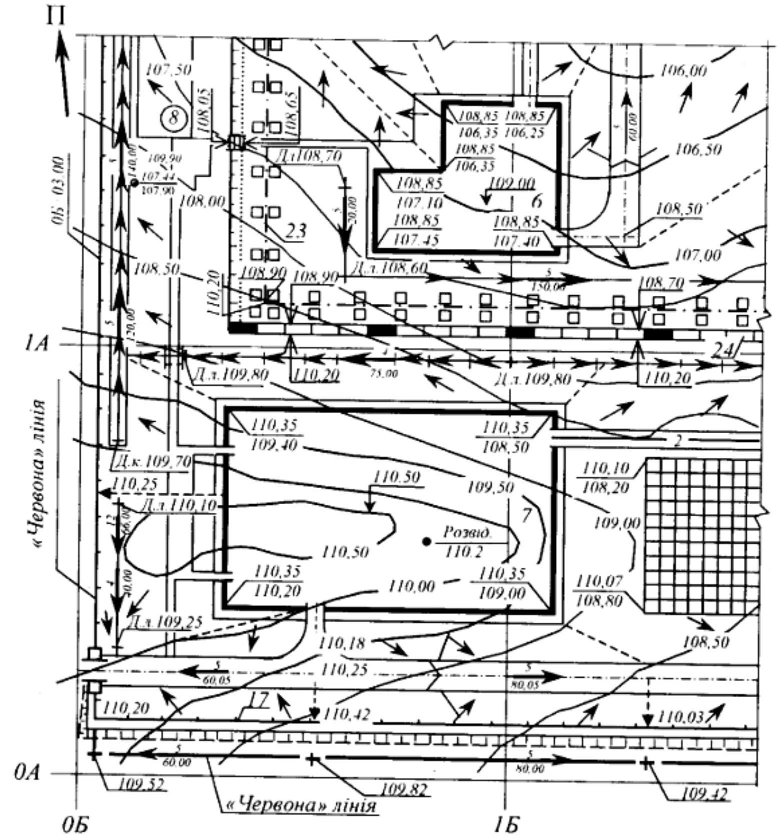


Рис. 3.4. Частина зображення робочого креслення плану організації рельєфу в проектних відмітках

На плані в частині залізниць наносять і вказують:

– уклонопокажчики;

– відмітки для водовідвідних споруд у місцях переломів поздовжнього профілю і величину ухилів дна споруд.

План організації рельєфу треба, як правило, виконувати в проектних горизонталях.

При виконанні плану в проектних горизонталях їх проводять із перетином рельєфу через 0,10 або 0,20 м по всій планованій території (земляній поверхні, автомобільним дорогам, площадкам). Допускається на ділянках з одноманітним рельєфом наносити проектні горизонталі з перетином рельєфу через 0,50 м.

Відмітки проектних горизонталей підписують з боку підвищення рельєфу. Відмітки проектних горизонталей, кратні 1,00 м, указують повністю, проміжні – у вигляді цілого числа, що відповідає двом знакам після коми.

При виконанні плану в проектних відмітках опорних точок планування як опорні точки, зазвичай, приймають:

– кути будинків, споруд і майданчиків;

– підвищені і знижені точки проектного рельєфу;

– перетин осей автомобільних доріг;

– точки перелому поздовжнього профілю автомобільних доріг і залізничних колій.

На плані вказують проектні відмітки входу і виходу по дну труб і міжшпальних лотків, а також відмітки переломних точок по дну водовідвідних канав і лотків. На полиці лінії – винесення водовідвідних канав і лотків приводять їхнє скорочене найменування (Д.к. і Д.л. відповідно).

Титульний список об'єктів проектованого підприємства. Одночасно з генпланом створюється титульний список, де перераховується все, що необхідно побудувати: будівлі, дороги, мережі, споруди і інше. Всім об'єктам привласнюють номер, причому стараються в індексі відобразити приналежність до установки. Титульний список складають в початковий період і коректують при реконструкції.

3.3. Компонування обладнання екологічно безпечних підприємств

3.3.1. Основні відомості про компонування устаткування

Компонування устаткування і рішення будівельної частини є одним з відповідальних і важких завдань проектування. Сучасний хімічний цех – це складний комплекс будівель і споруд, в яких розміщується устаткування, передбачене технологічною схемою, устаткування допоміжного призначення, а також підсобні і адміністративно-господарські приміщення.

Під компонуванням цеху або його об'ємно-планувальним рішенням розуміється як сам процес проектування, під час якого визначається склад приміщень, їх розміри і раціональне взаємне положення, так і його результат у вигляді креслень розрізів і планів по поверхам, виконаним у певному масштабі.

Продумана і правильна організація компоновки цеху повинна передбачати повну відповідність технологічному процесу, забезпечувати безпеку виробництва, врахування особливостей генплану, створення умов для монтажу, демонтажу і ремонту устаткування.

Розрізняють **відкритий** і **закритий** варіант компоновки. Перший передбачає розміщення устаткування на відкритих майданчиках поза будівлями. За другим варіантом устаткування розміщується усередині закритих будівель. Специфіка хімічної промисловості обумовлює максимальне винесення устаткування на відкриті майданчики. Відкрита компоновка дозволяє істотно скоротити вартість будівництва, зменшує загазованість і вплив тепловиділень, знижує пожежо-вибухонебезпеку виробництва. Вона дозволяє істотно знизити трудомісткість монтажу крупного устаткування, оскільки воно може поставлятися на будівельний майданчик і монтуватися в повністю зібраному вигляді.

Проте у ряді випадків відкрита компоновка неможлива. До закритого розміщення (усередині будівлі) вдаються у випадку, якщо на відкритому майданчику неможливо виконати вимоги технологічного процесу. Такими вимогами можуть бути: потреба в повітрі особливої чистоти, необхідність уникнути кристалізації рідин з температурою замерзання 10–15 °С і вище, виділення пилу і токсичних газів, які необхідно знешкоджувати тощо. Іншою причиною для вибору закритої компоновки можуть бути кліматичні умови (люті морози або вітри, піщані бурі) району будівництва підприємства.

Компромісом між відкритою і закритою компоновкою є варіант (рис. 3.5), в якому устаткування, що потребує обслуговування, або частини устаткування забезпечуються укриттям або розміщуються в будівлі в той час, як решта апаратів розміщується на відкритому майданчику.

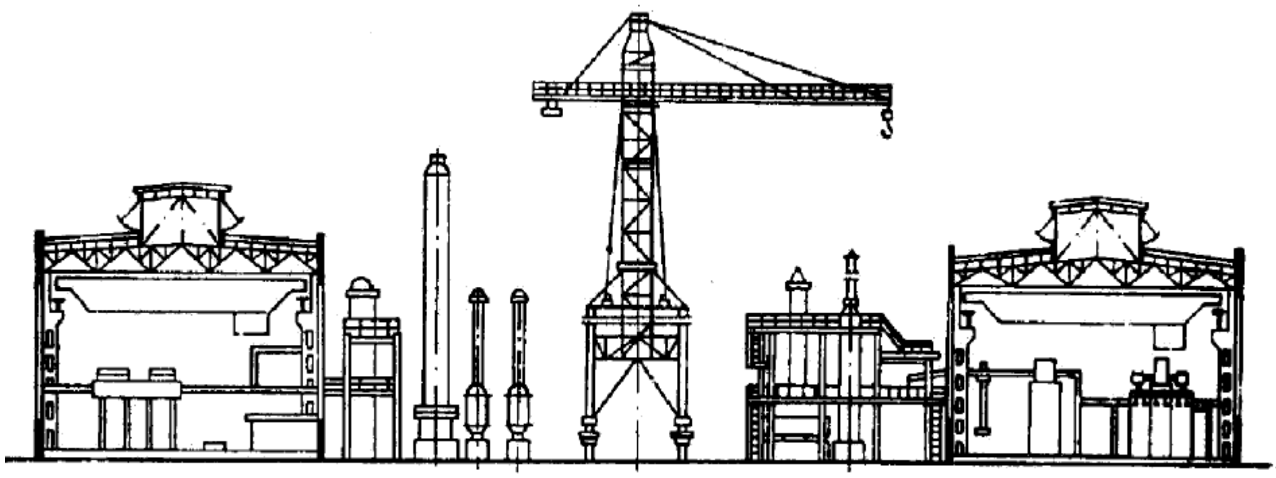


Рис. 3.5. Підприємство хімічної промисловості з відкритим розташуванням частини технологічного устаткування

Відкрита компоновка. Залежно від технології і розміру ділянки передбачуваного будівництва компоновка може бути виконана за одно- чи багатоповерховим варіантом. При одноповерховій компоновці устаткування розміщують на фундаментах на рівні землі. При багатоповерховій – його розташовують на етажерках (каркасах без стін). Достатньо часто великогабаритне устаткування розміщують на фундаментах по периметру етажерки, а дрібні обслуговуючі апарати (насоси, теплообмінники) – на самій етажерці.

Фундаменти виготовляють з монолітного залізобетону. При проектуванні етажерок необхідно прагнути до максимального використання збірного залізобетону. Тому при розміщенні устаткування слід керуватися такими будівельними нормами. Крок колон (відстань між вертикальними колонами каркаса етажерки) повинен складати 6 м (допускається також 12 м), а висота поверхів вибирається з ряду 4,2, 4,8 або 6 м.

Разом з етажерками в процесі компонування передбачають обслуговуючі постаменти, призначені для обслуговування і ремонту устаткування. Їх проектують у вигляді металевих конструкцій на залізобетонному фундаменті. Для обслуговуючих постаментів (майданчиків) і розміщення малогабаритного устаткування рекомендується максимально використовувати несучі здібності резервуарів, ємностей і колонних апаратів. До колон кріплять і невеликі вантажопідйомні пристосування (кран, тельфер та ін.).

Закрита компоновка (розташування устаткування в будівлі). Промислові будівлі рекомендується будувати із збірного залізобетону. У той же час в хімічній промисловості поширені будівлі, що мають сталевий каркас і стіни з бетонних панелей. Будівлі, крім спеціальних випадків, повинні бути прямокутними в плані. Крок зовнішніх колон будівлі 6 м, всередині крок колон кар-

касних будівель може бути 9 і 12 м. Висота поверхів вибираються кратною 0,6 м, частіше 4,2; 4,8 або 6 м. Мінімальна ширина будівлі □□18 м. Перевагу, як і при відкритій компоновці, слід віддавати одноповерховим будівлям. Багатоповерхові будівлі проектують для виробництв, в яких технологією передбачено вертикальне переміщення матеріалів (млини, дробарки). Приклади одноповерхових та двоповерхових будівель наведені на рис. 3.6 та 3.7, а з використанням етажерки – на рис. 3.8.

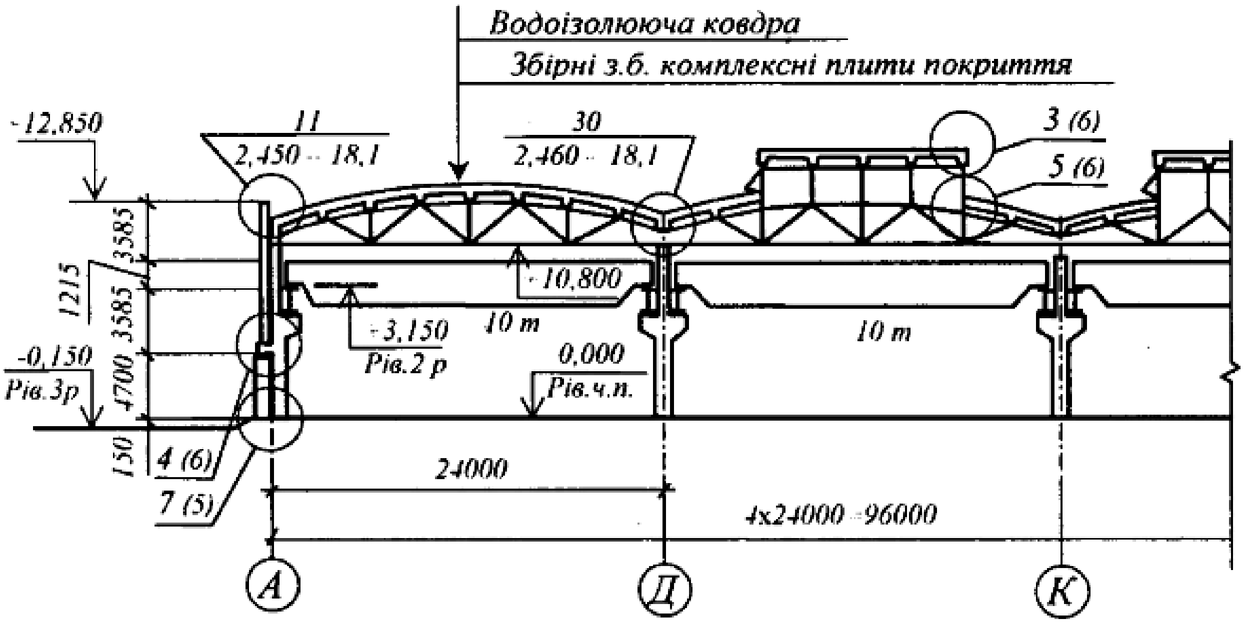


Рис. 3.6. Приклад зображення розрізу одноповерхового виробничого будинку за ДСТУ Б 2.4-7-95 (ГОСТ 21.501-93)

Будівлі з багатьма прольотами по можливості виконують з однаковими прольотами. Ширина прольотів зазвичай становить 18 або 30 м.

При розміщенні устаткування в будівлі керуються нормами охорони праці і пожежної безпеки. Зокрема в пожежо- і вибухонебезпечному виробництві не можна розміщувати устаткування в підвалах і приямках. Якщо пожежо- і вибухонебезпечні речовини легше за повітря (ацетилен, водень), в даху будівлі повинні бути передбачені ліхтарі для їх виходу.

Будівлі з багатьма прольотами по можливості приймають з однаковими прольотами. Ширина прольотів зазвичай складає 18 або 30 м.

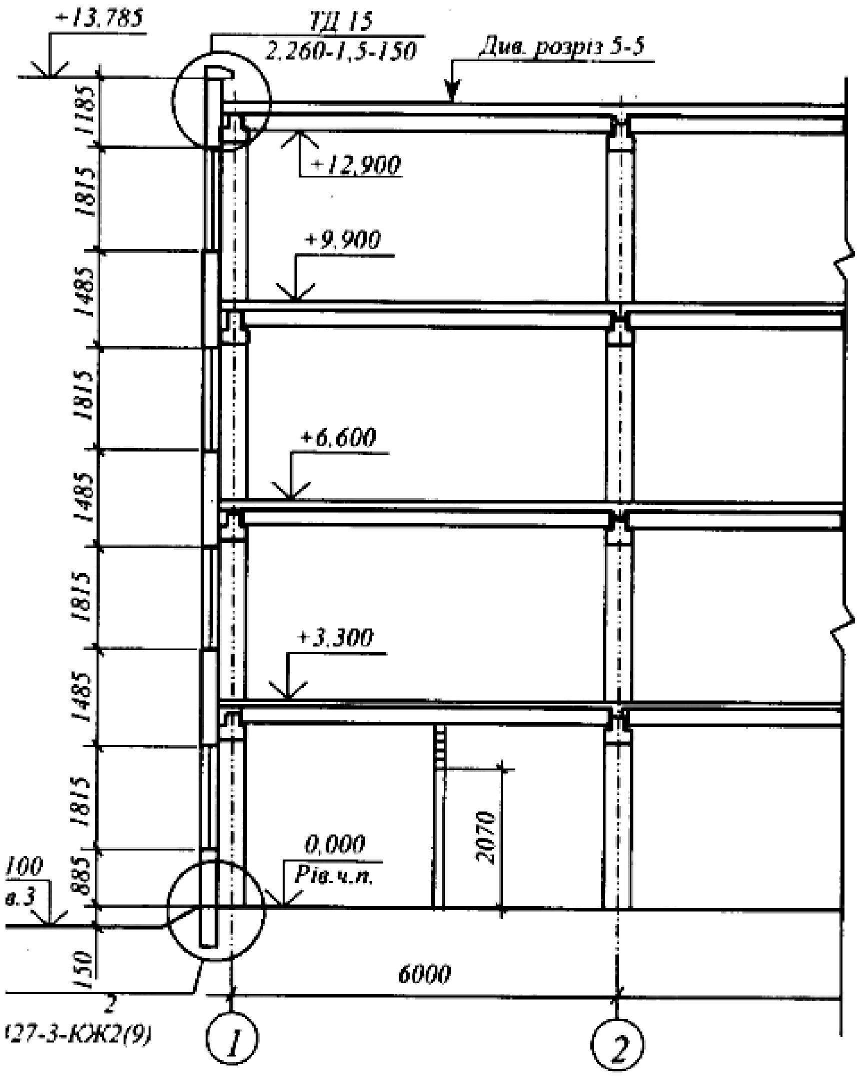


Рис. 3.7. Приклад зображення розрізу багатоповерхового виробничого будинку за ДСТУ Б 2.4-7-95 (ГОСТ 21.501 -93)

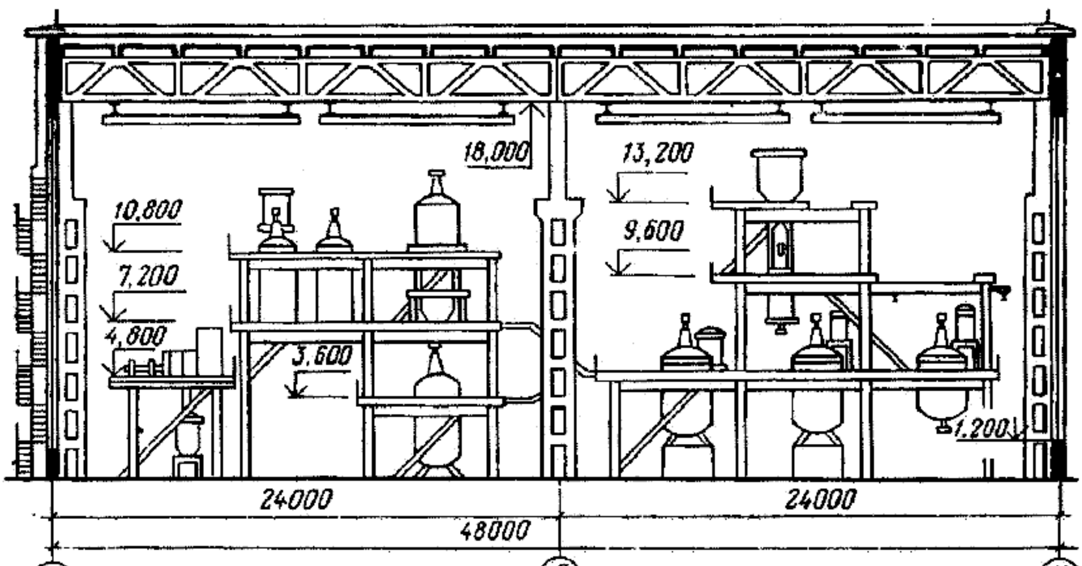


Рис. 3.8. Приклад розташуванням технологічного устаткування на етажерках

Закритий варіант більш затратний порівняно з відкритим, він має складну, громіздку систему вентиляції. Це пов'язано з ускладненням монтажу і демонтажу устаткування (наприклад, колони не можна встановити цілком, необхідно розбивати на царги). Тому устаткування треба максимально виносити на відкриті майданчики. Наприклад, колони і резервуари розміщувати поза будівлями, а насоси – всередині.

3.3.2. Методи компонування

Слід відмітити, що універсальних способів компонування немає. Це творчий процес, залежний від досвіду і знань проектувальника. На компоновку, зокрема, впливають особливості генплану, способи монтажу, специфічні для монтажної організації – підрядчика, вимоги охорони праці і протипожежної техніки. До особливостей генплану, що впливають на компоновку, слід віднести наявність централізованих допоміжних служб, характер міжцехових комунікацій, напрям пануючих вітрів.

Хоча, як зазначалось вище, проектування компоновки і є творчим процесом, проте можна сформулювати деякі основні принципи цієї роботи. **Приступаючи до компонування,** слід мати наступні матеріали:

– креслення генерального плану підприємства;
– апаратурно-технологічну схему (АХТС) виробництва;
– креслення (загальні види) застосованого устаткування, його масові і габаритні характеристики.

Згідно з АХТС визначається висотне розташування устаткування (вертикальне планування), визначається поверховість цеху, вирішується питання про основні виробничі, допоміжні і обслуговуючі приміщення.

До основних виробничих приміщень, зокрема, належать такі: прицеховий склад сировини; компресорне відділення; насосне відділення; апаратне відділення; тепловий пункт; водоколекторна; пароколекторна; приміщення конденсатовідвідників, операторна; аналізаторна (приміщення для автоматичних аналізаторів). Часто не всі з перерахованих приміщень виділяються. При цьому відповідне устаткування розміщується безпосередньо в цеху.

Допоміжні приміщення: вентиляційні камери; прицехова електропідстанція; розподільні пункти електропостачання; цехова хімічна лабораторія.

Обслуговуючі приміщення, як правило, розміщуються в окремому побутовому корпусі, якщо він є у складі цеху. Якщо побутовий корпус відсутній, то вони проектуються в прибудові до основної будівлі цеху, відокремленої від нього глухою стіною. До складу обслуговуючих приміщень включають: цехові ремонтні майстерні; комори; побутові приміщення; адміністративні і конторські приміщення.

Після визначення поверховості і складу приміщень, приступають власне до проектування просторового розташування приміщень і устаткування. При виділенні місця для паро- і водоколекторної, теплопункту, електропідстанції необхідно враховувати особливості генплану (розташування відповідних між-

цехових комунікацій на генплані). Далі бажано згрупувати устаткування однакової шкідливості і пожежонебезпечності в окремі приміщення.

Конкретний вибір місця на плані тих або інших приміщень слід вести з урахуванням необхідності монтажу і ремонту. Часто монтажні міркування відіграють вирішальну роль при виборі відстані між цехами, установками. Річ у тому, що особливу складність представляє монтаж колон. Вище згадувалося, що їх ставлять, як правило, зовні уздовж довгої сторони етажерки або будівлі. Перед фронтом колон треба забезпечити майданчик для підвезення, складання і підйому апаратів. Для попередніх розрахунків можна прийняти, що ширина майданчика для монтажу дорівнює трьом чвертям висоти найвищого апарата. Особливо складно монтувати важке, довгомірне устаткування всередині будівлі. Необхідно прагнути до максимального використання штатних підйомних засобів: кранів, тельферів, постійно змонтованих у цеху. У перекриттях цеху необхідно передбачати отвори для монтажу. Компоновка устаткування і самого цеху повинна дозволяти демонтаж без руйнування цеху.

Велике значення при розробці компоновки має врахування вимог охорони праці. Основні з них такі.

У цеху з приміщеннями, що мають різні сантехнічні умови, приміщення з однаковою шкідливістю і пожежонебезпечністю треба групувати суміжно (спрощується вентиляція і протипожежні заходи). Приміщення з підвищеною пожежонебезпечністю треба розташовувати біля зовнішніх стін і на верхніх поверхах будівлі.

Пожежобезпечні приміщення (паро-, водоколекторні), вбудовані в пожежонебезпечні установки, повинні мати 3 внутрішніх стіни глухими. Вихід влаштовується в зовнішній (четвертій) стіні, причому двері робляться протипожежними та такими, що самозачиняються. Вікна проектуються з небиткого скла або склоблоків. Приміщення контрольно-вимірювальних приладів (КВП), які сполучаються ззовні з устаткуванням, повинні бути відокремлені глухою стіною. Ці приміщення треба вентилювати повітрям, яке не забруднюється парами і газами навіть при аваріях.

Приміщення різної пожежної небезпеки (наприклад, цех і операторна) повинні сполучатися тільки через шлюз. Вихід у пожежонебезпечні приміщення з ліфта також виконується через шлюз з підпором повітря.

Для зменшення руйнувань при аварії або вибуху необхідно передбачати вибухові отвори у міжповерхових перекриттях, причому, якщо вибухонебезпечні речовини легші за повітря (водень, етилен), площа отвору повинна складати 15 % від площі підлоги, в інших випадках 5 %.

У стінах будівлі необхідно передбачати евакуаційні отвори (не менше двох виходів).

Приміщення, куди може в'їжджати транспорт, повинно бути ізольовано від пожежо- і вибухонебезпечних приміщень.

Між обслуговуючими приміщеннями і пожежонебезпечними, треба розміщувати небезпечні приміщення, якщо це не викликає розриву технологічного ланцюга.

Як можна зрозуміти зі сказаного, компоновка – дуже складний процес, в якому беруть участь проектувальники різних спеціальностей, монтажних організацій і діючих підприємств.

3.3.3 Проектування розміщення технологічного устаткування

Вище було обговорено вибір виробничих приміщень і їх розташування. Коли це зроблено, переходять до розміщення технологічного устаткування в цих приміщеннях. Ця робота виконується в такій послідовності.

1. Згідно з технологічною схемою визначаються типи і кількість апаратів, напрям потоків, здійснюється групування устаткування з аналогічною шкідливістю.

2. На підставі даних з технічної документації на устаткування визначаються статичні і динамічні навантаження на будівельні конструкції, установочні розміри, необхідність в підйомному устаткуванні, визначається порядок і виділяється місце для обслуговування.

3. Устаткування розміщується на кресленнях компоновки цеху.

Зупинимося докладніше на згаданому в першому пункті групуванні устаткуванні. Ця процедура може виконуватися, наприклад, у такій послідовності.

1. Виділяють устаткування, яке можна повністю розмістити на відкритому майданчику.

2. Виділяють устаткування, для якого досить споруджувати часткові укриття.

3. Групують машини і апарати, при експлуатації яких виділяється пил, вібрації, виділяються речовини, агресивні до будівельних конструкцій.

4. Групують апарати, що забезпечуються водою і т.д.

Виділені групи розподіляються по відповідних приміщеннях (апаратних, компресорних).

Позитивними сторонами групування устаткування є зменшення кількості конструкцій, що потребують захисту від агресивної дії середовища, поліпшення умов обслуговування завдяки установці загальних обслуговуючих майданчиків, підйомних механізмів і т.п., локалізація шкідливих виділень.

До недоліків групування слід віднести необхідність створення протяжних трубопроводів, ускладнених систем перекачування рідин, що веде до збільшення витрат на будівництво.

Зупинимося на деяких положеннях, які необхідно враховувати при проектуванні розміщення устаткування.

Великогабаритне, важке устаткування, як вже наголошувалося, повинно встановлюватись на нульовій відмітці (на рівні землі). Небажана установка такого устаткування на міжповерхових перекриттях.

Якщо апарат має високорозташовані пристрої для обслуговування, то сам він і повинен використовуватися для кріплення майданчиків обслуговування.

Категорія пожежо- і вибухонебезпеки приміщень визначається по найнебезпечнішому з присутніх в приміщенні речовин. Тому недоцільно розміщува-

ти в одному приміщенні устаткування різних категорій небезпеки, оскільки інакше устаткування для роботи з безпечними середовищами доведеться застосовувати у вибухобезпечному виконанні, що веде до зростання витрат.

Вібруюче устаткування (вентилятори, компресори) розміщують на окремих масивних фундаментах, ізольованих від стін і інших будівельних конструкцій. При необхідності устаткування ізолюють від фундаментів віброізоляційними вставками.

Якщо за технологією виробництва рідина повинна послідовно протікати по декількох апаратах, то їх рекомендується компонувати вертикально один над іншим так, щоб ця рідина переміщувалася самопливом.

Однотипне устаткування (наприклад, фільтри, насоси) рекомендується компонувати так, щоб воно утворювало ряди, між якими влаштовуються проходи шириною 1,5–2 м. До кожного агрегату повинен бути підхід завширшки не менше 0,8 м. Необхідно стежити, щоб розстановка апаратів не заважала проходженню трубних пучків (особливо на нульовій відмітці).

Проходи і проїзди роблять над каналами для відведення розливів технологічних рідин.

Між трубопровідною арматурою і устаткуванням повинно бути не менше 1 м. Машини, розташовані проти дверей, повинні бути до них не ближче 2 м.

У машинних залах великої протяжності роблять майданчики довжиною 6 - 12 м через кожні 40–50 м.

При компоновці устаткування необхідно враховувати вимоги ремонтів, охорони праці і монтажу.

У процесі експлуатації устаткування можуть здійснюватися роботи з очищення від осадів і забруднень, усунення нещільності трубопроводів (протічки через фланці, сальники і т.п.), інші операції. Тому в проекті під важкою арматурою або поряд з частинами апаратів, що демонтуються при ремонті, повинні бути передбачені майданчики. Над такими частинами вмонтовують крюки для талів.

Відновлення теплоізоляції і антикорозійних покриттів апаратів і трубопроводів вимагає місця для лісів і опалубки, складування матеріалів, під'їзду техніки.

Для зміни деталей, які швидко зношуються, і регулювання необхідно передбачити майданчики і підйомники.

До основних вимог охорони праці, які враховуються в процесі розробки компоновки, можна віднести такі.

Апарати, з яких виділяються шкідливі речовини, розміщують в ізольованих кабінах з окремим виходом назовні через тамбури або шлюзи, що забезпечені вентиляційним підпором.

Ємності з агресивними, токсичними і горючими рідинами, розташовані на перекриттях, етажерках, постаментах повинні мати пристрої для зливу рідин в аварійну ємність самопливом. Це устаткування у разі розміщення на перекриттях встановлюють у піддонах або на глухій підлозі з обмеженням бортами не нижче 150 мм.

Проходи по фронту обслуговування устаткування повинні бути не менше 1,5–2 м; проходи до робочих місць впоперек фронту 1,5 м; проходи між компресорами 1,5 м; насосами 1 м.

Доступ до вузлів управління, вентилів, засувок повинен бути вільний.

Устаткування, яке обслуговується кранами, або містить важкі деталі, що часто ремонтуються, розміщується в зоні наближення крюка підйомного крана. Необхідно передбачати майданчик для опускання цієї деталі.

Над і під побутовими приміщеннями не можна розташовувати технологічне устаткування.

У компресорних приміщеннях можна розміщувати тільки компресори. Розміщення іншого устаткування неприпустимо.

Якщо труби або апарати виділяють тепло, то їх необхідне теплоізолювати, а для обслуговуючого персоналу забезпечити екрани, водяні завіси. Устаткування, що працює з отруйними речовинами, встановлюють у спеціальних кабінах, куди при нормальній експлуатації немає доступу людей.

3.4. Монтаж устаткування

Вище були розглянуті принципи компонування, результатом якого є схема будівельної частини цеху і креслення просторового розміщення технологічного устаткування. Після завершення компонування переходять до проектування трубопровідного обв'язування (з'єднання за допомогою трубопроводів) апаратів і машин. Так само, як і компонування, монтаж устаткування можна розглядати, як процес проектування трас (трасування) основних внутрішньоцехових магістралей і локального трубного обв'язування кожного апаратау, так і як його результат – монтажні креслення, які є ортогональними проекціями апаратів з трубопровідним обв'язуванням.

Плани і розрізи монтажних креслень та креслень розташування виконують у масштабі 1:50, 1:100 або 1:200, фрагменти планів і розрізів – у масштабі 1:50, вузли – у масштабі 1:10 і 1:25 з урахуванням вимог ДСТУ Б А.2.4-7-95 (ГОСТ 21.501-93) і ДСТУ Б А.2.4-4-99 (ГОСТ 21.101-97).

Приступаючи до монтажу устаткування, необхідно ознайомитися з такими документами:

– технологічна схема виробництва;
– загальний вигляд і установочні креслення апаратів і машин;
– об'ємно-планувальне рішення (компонування) цеху, з нанесеним устаткуванням;
– генплан;
– сортамент труб, креслення арматури.

У процесі проектування трубопроводів доводиться вирішувати ряд завдань, зокрема: вибір типу, розміру, матеріалу труб і арматури, типу їх з'єднання, матеріалу прокладок. Крім того розв'язуються питання температурної компенсації, дренажу конденсату, продування, очищення, обігріву, спирання труб, гідро- і теплоізоляції.

Технологічні магістральні трубопроводи поділяються на міжцехові і внутрішньоцехові. Спочатку проектують (роблять розкладку) перших, потім других. При цьому розробляють заходи щодо боротьби із замерзанням, гідроударами, вібрацією і температурними деформаціями, а також забезпечують умови для ремонту труб і арматури.

Необхідною умовою для надійної експлуатації міжцехових підземних трубопроводів є укладання їх на проектну відмітку із забезпеченням щільного спирання на дно траншеї по всій довжині, а також збереження труб і їх ізоляції при укладанні. Трубопроводи в системах водопостачання і водовідведення укладають на природну або штучну основу. При природній основі труби укладають безпосередньо на ґрунт непорушеної структури, забезпечуючи поперечний і поздовжній профіль основи за проектом.

При трасуванні внутрішньоцехових магістралей бажано робити один ввід від міжцехових комунікацій. Усередині цехів магістралі прокладають під перекриттям і на стінах. Іноді роблять виносні естакади. Труби великого діаметра (більше 200 мм) прокладають ближче до колон каркасу будівлі або по колонах. Труби меншого діаметра прокладають під стелею оскільки крок кріплення їх менше 6 м. Труби прокладають паралельно до будівельних осей. Прокладка по найкоротшому шляху безпосередньо від штуцера до штуцера допускається у виняткових, обумовлених технологією випадках.

На вводах внутрішньоцехових трубних магістралей у виробничі цехи і на відведеннях газопроводів для горючих газів на відстані не менше 3 м, але не більше 50 м встановлюється запірна арматура з дистанційним управлінням. Арматура без дистанційного управління повинна бути на всіх відгалуженнях від загальнозаводських мереж. На вводах пари встановлюють два запобіжних клапани: робочий і контрольний. На відведеннях інертного газу і стислого повітря також передбачають запобіжний клапан і редуктор.

Усі трубопровідні магістралі повинні мати невеликий ухил у бік апарата, який може бути збірником при спорожненні трубопроводів.

Для того щоб виключити утворення газових пробок, особливу увагу при проектуванні слід приділяти безнапірним трубопроводам. Для цього ухил в них робиться більшим, ніж у звичайних трубопроводах, а на поворотах передбачають люки і заглушки.

Важливо точно вибрати діаметр трубопроводів для транспортування суспензій для того, щоб, з одного боку, запобігти осіданню суспензій, а з іншого – забезпечити прийнятну величину гідравлічного опору.

Обв'язування конкретних апаратів (насосів, регулюючої арматури), має свої особливості, які ми навряд чи зможемо обговорити повністю. З найбільш важливого відзначимо, що насоси повинні мати по одній засувці на всмоктуванні і нагнітанні. Клапани автоматичного регулювання обв'язують як показано на рис. 3.9, причому переходи на клапан передбачають до запірної арматури, якщо це засувки, і перед клапаном, якщо вентилі.

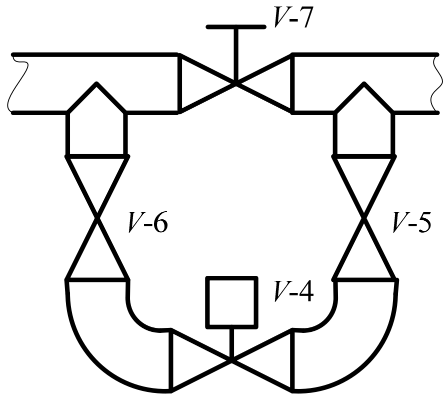


Рис. 3.9. Обв’язка клапану Авторегулювання: V-5, V-6 – запірна арматура; V-7 –засувка для ручного регулювання; V-4 – клапан авторегулювання

При проектуванні обв’язування компресорів необхідно передбачати заходи для запобігання шуму, який може виникати при проходженні газу в трубах. Для цього вибирають діаметр трубопроводу так, щоб не було значних опорів газовому потоку. Радіуси вигину на поворотах повинні бути не менше трьох діаметрів труб. Для запобігання шуму запірну і регулюючу арматуру необхідно виносити за межі машинного залу.

При проектуванні трубопровідного обв’язування колонних апаратів, що стоять окремо, труби малого діаметра (до 150) прокладають впритул до колони, більшого – за межами майданчиків обслуговування на кронштейнах, які кріплять до колони.

При розробці трубопровідного обв’язування теплообмінного устаткування на гарячих трубопроводах на ділянці від одного апаратного штуцера до іншого повинно бути не менше одного коліна. Всі такі трубопроводи необхідно перевіряти на достатність температурної компенсації.

Креслення розташування обладнання і трубопроводів (креслення розташування) виконують відповідно до схеми з’єднання. До складу креслень розташування включають плани, розрізи, перетини, фрагменти планів і розрізів, вузли, достатні для підготовки і проведення монтажних робіт.

На монтажних кресленнях та кресленнях розташування відповідно до рисунка 3.10 указують і позначають:

– обладнання;

– блоки;

– трубопроводи і їх елементи, опори трубопроводів і конструкції під них;

– траси спеціальних технологічних трубопроводів;

– канали і лотки для прокладки трубопроводів;

– місця обслуговування обладнання (при необхідності);

– координаційні осі будинку, споруди і відстань між ними;

– відмітки чистих підлог поверхів і основних майданчиків;

– позиційне або буквено-цифрове позначення обладнання і ділянок трубопроводів;

– місця підключення трубопроводів до блоків, машин і апаратів, з’єднання трубопроводів між собою, величину і напрямок ухилів трубопроводів;

– величину попереднього розтягання або стиску компенсаторів;

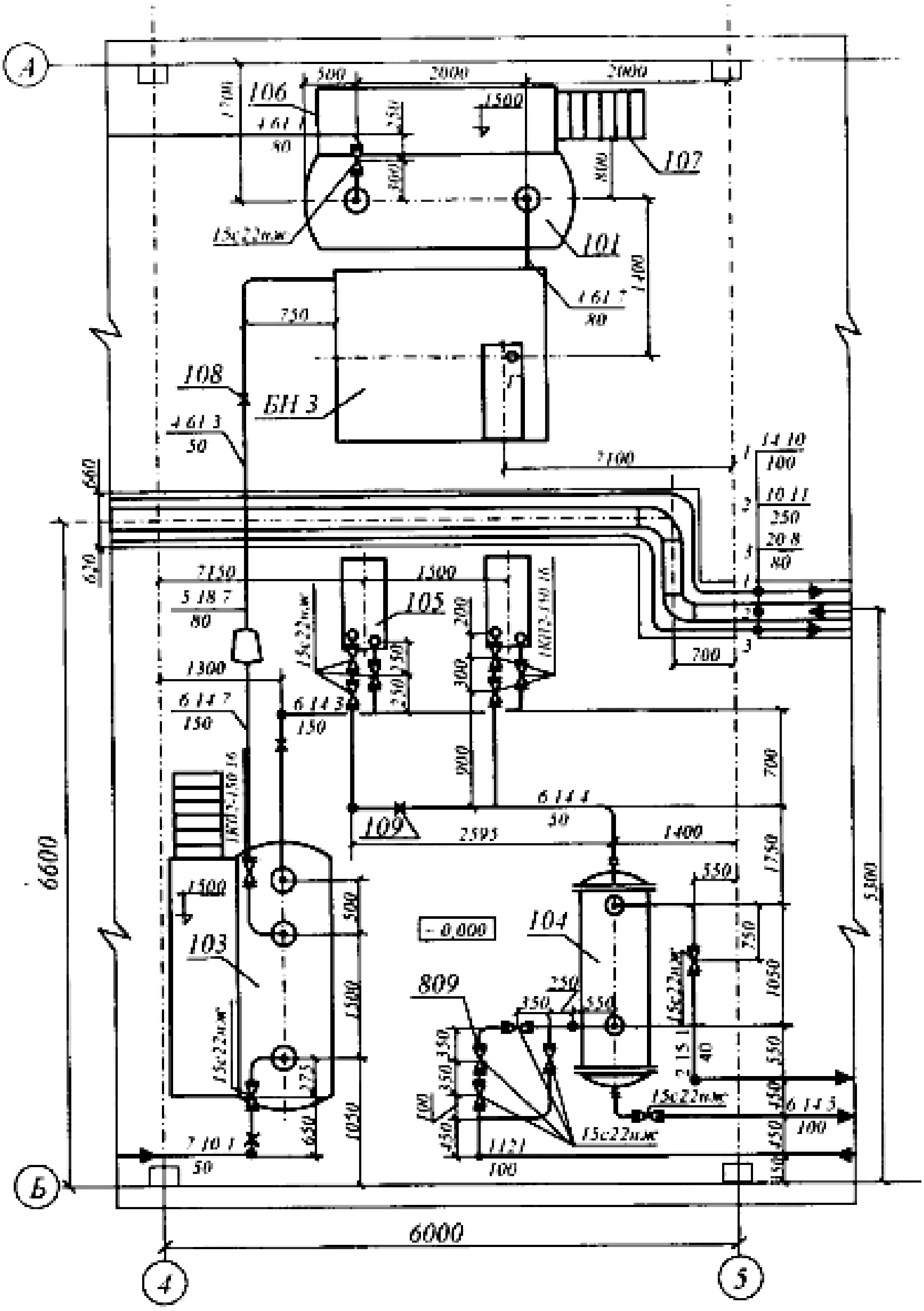


Рис. 3.10. Приклад зображення плану на відмітці 0.000 креслення розташування обладнання та трубопроводів за ДСТУ Б 2.4-7-95

– прив’язку обладнання, трубопроводів і їх елементів до координатних осей або до елементів конструкції будинку, споруди (допускається взаємна прив’язка обладнання і трубопроводів);

– розмір умовного проходу і матеріал труб (крім вуглецевих сталей);

– напрямок потоку продукту на введеннях, виводах і розгалуженнях;

– припустимі монтажні навантаження на кранові шляхи і монорейки, перекриття та будівельні конструкції, які можуть бути використані для монтажу обладнання.

До креслень виконують специфікації за формою 1 – ГОСТ 21.104-79.

На закінчення зупинимося на можливих дефектах трубопроводів і методах їх запобігання, які зведені до табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Дефектів трубопроводів

Вид дефекту	Причина виникнення	Методи запобігання
Вібрація	Вітер, неправильне трасування, неврівноважені машини, невдала автоматика	Вибір правильного діаметра трубопроводу, і траси. Віброізоляційні втулки
Гідроудари	Гідромішки, скипання рідини, місцева конденсація пари, попадання рідин в газопроводи	Дренування трубопроводів, вибір швидкості рідини, що виключає скипання
Застій рідини	Недостатня швидкість рідини. Трасування без ухилу	Розрахунок діаметра труб, що виключає застій, дотримання ухилів.
Температурні деформації	Температурне розширення трубопроводу, наявність довгих прямих ділянок	Розрахунок самокомпенсації, установка температурних компенсаторів.

3.5. Трубопроводи екологічно безпечних виробництв

Різні апарати і машини в єдиний працездатний технологічний ланцюг об’єднують трубопроводи. Трубопроводи – □□кровоносні жили будь-якого хімічного або фармацевтичного підприємства, а також багатьох підприємств харчової промисловості. Трубопроводи працюють в дуже широкому діапазоні умов: при тиску від 0 до 250 МПа, температурах від 170 до 700 °С, по них перекачують рідини, що густіють або кристализуються, шлами, гази, пари і суспензії і навіть тверді речовини (пневмо- і гідротранспорт). Трубопроводи зазнають впливу корозії і ерозії.

До частин трубопровідних систем відносяться фітинги (фасонні частини, деталі для з’єднання і кріплення трубопроводів, компенсатори температурних подовжень), трубопровідна арматура. Але основна частина трубопроводу – труби. Розглянемо матеріали і області застосування труб.

3.5.1 Матеріали для виготовлення і області застосування труб

Найбільш поширеним матеріалом для виготовлення труб є сталь. За технологією виготовлення **сталеві труби** підрозділяють на зварні і безшовні. Зварні мають подовжній або спіральний зварний шов. До них, зокрема належать водо- та газопровідні труби. У хімічній промисловості такі труби застосовують в невідповідальних випадках унаслідок невисокої не надійності. Виняток

становлять труби великого діаметра, які виготовляють виключно з використанням електрозварювання.

Зварні труби виготовлені з вуглецевої сталі і застосовують для води, стислого повітря, пару низького тиску, інших нейтральних (не корозійних) середовищ при температурах від –15 до +200 °С і тиску менше 1 МПа для звичайних і 1,6 МПа для посилених труб.

Безшовні труби надійніші і використовуються для транспортування отруйних, вибухонебезпечних, корозійний активних речовин при температурах від –180 до 800 °С і тиску до 200 МПа. З цих труб роблять частини апаратів (штуцери, трубні пучки). Безшовні труби виготовляють із сталей марок: 10, 20 або легованих 12МХ, 15ХМ, Х5М, кислотостійких Х18Н10Т, жароміцних Х17Н13М2Т та ін.

Базовий розмір у труб зовнішній, оскільки внутрішній залежить від товщини стінки. Існує багато типорозмірів труб, проте на практиці використовують всього декілька десятків.

Чавунні труби відрізняються від сталевих істотно вищою корозійною стійкістю, зокрема, по відношенню до кисневої корозії і до розчинів морського типу. За призначенням їх підрозділяють на труби для хімічної промисловості, водопровідні і для безнапірних течій (каналізаційні). Останні не розраховані на тиск більше атмосферного і по них можна пускати рідину тільки самопливом. Базовий розмір чавунних труб – внутрішній діаметр.

Чавунні водопровідні труби випускають двох типів: на тиск до 1,0 і до 1,6 МПа і діаметром від 50 до 1000 мм. Ці труби застосовуються для укладання в землі магістральних трубопроводів.

Водопровідні і каналізаційні труби випускають у вигляді відрізків різної довжини, з одного кінця яких є розтруб для з’єднання з іншими частинами трубопроводу. Чавунні труби не можна сполучати зваркою. Тому при проектуванні таких трубопроводів потрібно всі фасонні частини (коліна, відведення, трійники, переходи) замовляти на заводі виробнику.

Чавунні труби для хімічної промисловості виготовляють з крем’янистих чавунів (фероселід і антихлор). Їх діаметр від 32 до 300 мм. Застосовуються такі труби для перекачування рідин при тиску до 0,25 МПа. З’єднання виконуються на фланцях. Тому частини труб виготовляються з фланцями з обох боків, чим вони відрізняються від каналізаційних і водопровідних. Унаслідок специфічної форми чавунних труб для хімічної промисловості виробничники називають їх «котушками».

Мідні і латунні труби випускають діаметром до 360 мм. Застосовують їх в технології глибокого холоду, органічного синтезу і харчової промисловості. Латунні труби в хімічній промисловості використовуються рідко.

Алюмінієві труби знайшли застосування для транспортування кислот, особливо азотної, оцтової, мурашиної і деяких інших продуктів, що мають слабокислу реакцію, при температурі до 160 °С. Продукти з лужною реакцією і навіть вода приводять до швидкої корозії алюмінієвих труб.

Свинцеві труби раніше практично не мали альтернативи для транспортування сірчаної кислоти. Тепер замінені на пластик.

Титанові труби завдяки своїй високій стійкості знайшли застосування для роботи при підвищеній температурі в лужних, і гірше, в кислих середовищах, в розчинах хлоридів. Головний їх недолік – висока вартість.

Біметалічні труби. Це труби, що складаються з двох шарів металу: внутрішнього шару міді, неіржавіючої сталі або титану завтовшки 0,6-0,8 мм і зовнішнього – з вуглецевої сталі. Сталь сприймає силове навантаження від внутрішнього тиску. Внутрішній шар є захисним. Він захищає сталеву оболонку від корозії. Біметалічні труби поєднують відносно низьку вартість з високою корозійною стійкістю. Їх недолік – складність виконання з'єднань.

Неметалічні труби. З неметалічних труб в першу чергу слід зазначити труби, що виготовляються з різних пластмас. Зараз випускається широкий асортимент таких труб, які виготовляються з фаоліту, текстоліту, вініпласту, поліетилену і ряду інших пластиків. Ці труби використовують для транспортування агресивних середовищ, при температурі, близькій до кімнатної. Завдяки високій корозійній стійкості полімерні труби знаходять все більше застосування для прокладки підземних комунікацій, зокрема, магістральних і розподільних мереж газопостачання низького і середнього тиску.

Керамічні каналізаційні труби випускаються діаметром від 125 до 300 мм і використовуються для безнапірних течій. Як і чавунні труби, з'єднуються в розтруб. **Керамічні кислотостійкі труби** розраховані на тиск до 0,25 МПа і температуру до 130 °С і мають діаметр від 25 до 300 мм. Їх сполучають вільними фланцями.

Скляні труби випускаються з внутрішнім діаметром від 13 до 170 мм і тиск до 0,4 або 0,8 МПа. Вони допускають різкий нагрів (термічний удар) у 30 °С і охолоджування на 40 °С. Скло має виняткову хімічну стійкість, низьку адгезію (прилипання) забруднень, легко миється. Чистота контролюється простим способом (візуально). Завдяки цим властивостям останнім часом дуже широко застосовуються в харчовій, фармацевтичній промисловості, у виробництві хімічних реактивів.

Інтерес являють також **труби з внутрішнім покриттям**. Виготовляють труби з покриттям з гуми (гумовані), емалі, різних пластиків (епоксидних, фторопласту і ін.).

3.5.2 Стандартизація деталей трубопроводів

Для того щоб при виготовленні трубопроводів їх частини – труби, фітинги (коліна, відведення, трійники і інші деталі трубопроводу), арматура, – підходили один до одного вони виготовляються на основі стандартів. Основними параметрами стандартизації є такі

– тиск умовний, пробний, робочий і розрахунковий – для труб арматури і сполучних частин трубопроводів.

– проходи умовні арматури, фітингів і трубопроводів.

Умовний тиск (синонім – номінальний тиск), вимірюється в кгс/см^2 (технічних атмосферах) і є найбільшим надлишковим робочим тиском при температурі робочого середовища 293 К (20 °С), при якому забезпечується заданий

термін служби (ресурс) трубопроводу і його деталей, що мають певні розміри, обґрунтовані розрахунком на міцність при вибраних матеріалах. В даний час для позначення умовного (номінального) тиску стандартизовано позначення *PN*. Раніше використовувалося (його можна зустріти і зараз) позначення *Py*.

Робочий тиск (позначення $p_р$). Найбільший надлишковий тиск, при якому можлива необмежено тривала робота трубопроводу при вибраних матеріалах і нормальному протіканні робочого процесу. Під нормальним протіканням робочого процесу слід розуміти умови (тиск, температура), при яких забезпечується безпечна робота.

За величиною робочого тиску трубопроводи прийнято класифікувати таким чином: до 0,6 МПа – низького тиску; 0,6–2,5 МПа – помірного тиску; 2,5–5,0 МПа – підвищеного тиску; 5,0–10 МПа – високого тиску.

Розрахунковий тиск. Максимальний надлишковий тиск в устаткуванні або трубопроводах, що його використовують у розрахунках на міцність при виборі основних розмірів, при якому підприємством-виготівником допускається робота даного устаткування або трубопроводу при розрахунковій температурі за нормальних умов експлуатації. Розрахунковий тиск приймають, як правило, рівним робочому тиску або дещо вищим.

Пробний тиск (позначення $p_{пр}$; p_h). Надлишковий тиск, при якому слід проводити гідравлічне випробування виготовленого трубопроводу на міцність і щільність водою при температурі не менше 278 K (5 °C) і не більше 343 K (70 °C), якщо в документації не вказана інша температура.

Умовний прохід (синоніми: діаметр умовного проходу, номінальний розмір, умовний діаметр, номінальний прохід; стандартизоване позначення *DN*, раніше використовувалося – *Dy*) – параметр, який вживається для трубопровідних систем, як характеристика приєднуваних частин арматури. Умовний прохід дорівнює значенню з ряду чисел, прийнятих в установленому порядку, що є найближчим до фактичного внутрішнього діаметра труб у трубопроводі, вираженого у міліметрах. Цей ряд можна знайти в довідковій літературі.

Хоча в сучасних стандартах умовний прохід указують в метричній системі (у міліметрах), наприклад, 5, 20 або 400 мм, для сталевих зварних водо- та газопровідних труб дотепер поширено позначення цього параметру у дюймах. Наприклад, *DN* 15 мм відповідає 1/2" (дюйма), а *DN* 25 мм – 1".

3.5.3 З’єднання труб в технологічних трубопроводах

З’єднання, окремих ланок труб між собою і з арматурою проводяться різними способами. Вибір способу залежить від необхідної надійності роботи, вартості, необхідної частоти розбирання, властивостей матеріалу деталей, які з’єднаються, наявності відповідного інструмента, навичків монтажного і експлуатаційного персоналу.

Усі види з’єднань можна підрозділити на роз’ємні та нероз’ємні. До роз’ємних належать з’єднання на різьбленні (за допомогою муфт, ніпелів), на фланцях, на розтрубах за допомогою спеціальних пристосувань. До нероз’ємних належать з’єднання за допомогою зварки, паяння або склеювання.

З'єднання на різьбленні. Різьбові з'єднання труб застосовуються, головним чином в трубопроводах тепло- та водопостачання, а також у газових лініях господарсько-побутового призначення. У хімічній промисловості такі з'єднання використовують у трубопроводах стислого повітря. Для з'єднання на різьбленні кінці труб ззовні нарізуються трубним різьбленням. Таке різьблення відрізняється від нормального (метричного) значно меншим кроком і меншою глибиною. Тому воно не викликає значного ослаблення стінки труби. Крім того, трубне різьблення має кут при вершині трикутника 55°, тоді як метричне – 60°.

Трубне різьблення виконується в двох варіантах: із зрізом вершини по прямій, і зі скругленням. Трубні різьблення з прямим і закругленим профілем, що виготовлені з належними допусками, є взаємозамінними.

Для з'єднання труб у трубопроводах високого тиску застосовується конічне різьблення. З'єднання на конічному різьбленні відрізняється винятковою герметичністю.

Кінці труб сполучають між собою і з арматурою за допомогою різьбових муфт. Муфтові різьбові з'єднання звичайно застосовують для трубопроводів діаметром до 75 мм. Іноді цей вид з'єднання застосовується також при прокладці труб великих діаметрів (до 600 мм).

Муфта (рис. 3.11, *а* і *б*) є коротким порожнистим циліндром, внутрішня поверхня якого суцільно нарізана трубним різьбленням. Муфти виготовляються

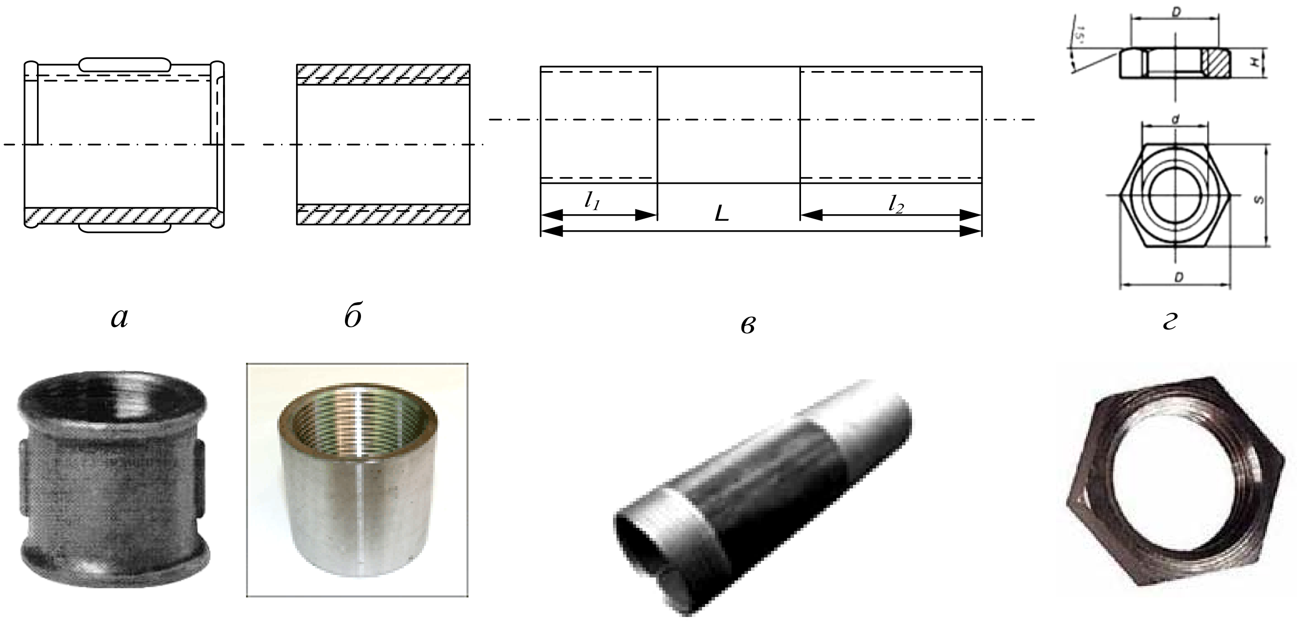


Рис. 3.11. Різьбові фасонні частини: *а, б* – муфти; *в* – згін; *г* – контргайка

з ковкого чавуну для умовних проходів діаметром від 6 до 100 мм та із сталі для умовних проходів діаметром від 6 до 200 мм. Для з'єднання за допомогою муфти труби, що сполучаються, нарізують на половину довжини муфти, і згвинчують. Якщо стикують дві раніше змонтовані труби, то застосовують згін (рис. 3.11, в). Для ущільнення муфтового з'єднання раніше застосовували льня-

не пасмо або азбестовий шнур. Для підвищення герметичності газових ліній матеріал, ущільнювача, просочували фарбою. Зараз льняне пасмо витискується сучасними ущільнювальними матеріалами, такими як фторпластовий ущільнювальний матеріалом (ФУМ), спеціальні пасти – герметики, синтетична ущільнювальна нить та інші.

Для розгалужень трубопроводів зібраних на різьбленні використовують трійники і хрестовини, для переходів з одного діаметра на іншій – спеціальні муфти або вставки.

Фланцеві з’єднання. Фланці – металеві диски, які приварюються або пригвинчуються до труби, а потім з’єднуються болтами з іншим фланцем (рис. 3.12). Для цього по периметру диска робиться декілька отворів. З’єднати таким чином можна не тільки дві ділянки трубопроводу, але й приєднати трубу до резервуара, насоса, підвести її до устаткування або вимірювального приладу. Фланцеві з’єднання застосовуються в енергетичній промисловості, нафтогазовій, хімічній та інших галузях виробництва. Фланці забезпечують легкість монтажу і демонтажу.

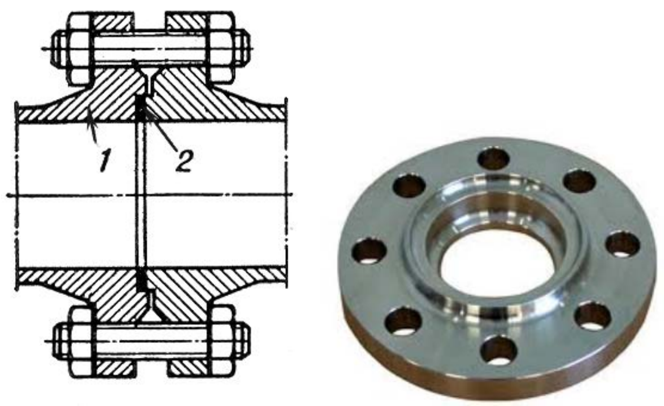


Рис. 3.12. З’єднання на фланцях:
1 – фланець, 2 – прокладка

Фланці найчастіше виготовляються сталевими, хоча для деяких видів труб випускають і пластикові. У масовому виробництві сталевих фланців їх виготовляють із полосового прокату ковкою, штампуванням, гнуттям або іншими методами з подальшою зваркою стику. При виробництві враховується діаметр труби, до якої проводитиметься кріплення, і її форма. Залежно від форми труби внутрішній отвір у фланці може бути не тільки круглим, але й овальним або навіть квадратним. На трубу фланець кріплять, застосовуючи зварку. Парний фланець кріпиться на іншій ділянці труби або устаткування, а потім обидва фланці пригвинчуються один до одного болтами через наявні отвори. Фланцеві з’єднання поділяють на з’єднання без прокладок і з прокладками. У перших герметичність забезпечується за рахунок ретельної обробки і великого стиснення. У других між фланцями поміщається прокладка. Прокладки бувають декількох видів залежно від форми самих фланців. Якщо фланець має гладку поверхню, то прокладка може бути картонною, гумовою або паронітовою. Якщо один фланець має жолоб для виступу, який знаходиться на парному фланці, то залежно від тиску застосовують паронітову, асбометалічну або навіть металічну прокладку. Вибір матеріалів для прокладок постійно розширюється. Серед сучасних матеріалів для цих цілей слід відзначити фторпласт та терморозширений графіт.

Фланці виготовляються з поверхнями ущільнювання і приєднувальними розмірами за ГОСТ 12815-80. За способом посадки на трубу фланці поділять на приварні (рис. 3.13, *е*, *ж*, *з*), литі сумісно з трубою (рис. 3.13, *а*, *б*), з шийкою на різьбленні (рис. 3.13, *в*), вільні на відбортованій трубі (рис. 3.13, *к*) або кільцях (рис. 3.13, *з*), останні плоскі або з шийкою під відбортовування.

Згідно з іншою класифікацією розрізняють фланці вільні рис. (3.13, *з*, *і*, *к*), комірні (рис. 3.13, *а*, *б*, *ж*, *з*) і плоскі (рис. 3.13, *в*, *г*, *д*, *е*).



а *б* *в* *г* *д* *е* *ж* *з* *і* *к*

Рис. 3.13. Типи фланців

Плоскі приварні фланці є одними з найбільш поширених через їх відносну простоту та дешевизну виготовлення. Їх використовують для арматури, з’єднувальних частин, машин, приладів, апаратів, резервуарів і трубопроводів на умовний тиск *Ру* від 0,1 до 2,5 МПа і температуру робочого середовища від–70 °С до 450 °С. Приварні встик фланці використовують для арматури, сполучних частин, машин, приладів, апаратів, резервуарів і трубопроводів на умовний тиск *Ру* від 0,1 до 20 МПа і температуру робочого середовища від –253 до 600 °С

Фланці мають розміри, залежні від діаметру труби (*Dу*) і тиску (*Ру*). Приєднувальні розміри всіх фланців однакові для однакових *Dу* і *Ру* незалежно від типу.

Розтрубні з’єднання. Розтрубні з’єднання (рис. 3.14) застосовуються при прокладці деяких видів сталевих, чавунних, керамічних, скляних, фаолітових, асбоцементних труб, а також труб з пластмас. Їх перевага – відносна простота і дешевизна. В той же час ряд недоліків: трудність розбирання з’єднання, недостатня надійність, можливість порушення щільності при появі незначного перекосу суміжних труб, – обмежують застосування цього виду з’єднань.

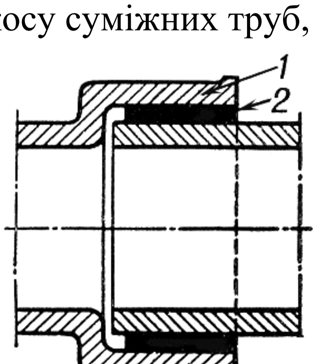


Рис. 3.14. Розтрубне з’єднання:
1 – розтруб, *2* – набивка

Для ущільнення розтрубного з’єднання (рис. 3.14) кільцевий простір, утворений розтрубом 1 однієї труби і тілом іншої, заповнюють набивкою 2, у якості якої використовують промаслене пасмо, азбестовий шнур або гумові кільця. Зовнішню ділянку цього простору закарбовують або замазують якою-небудь мастикою. Метод ведення цих робіт і вид вживаних матеріалів залежать від матеріалу труб. Так, розтруби чавунних водопровідних труб конопатять льняним пасмом і закарбовують зволоженим цементом, а в особливо відповідальних випадках заливають розплавленим свинцем, який

потім також закарбовують. Розтруби керамікових каналізаційних труб заповнюють до половини пеньковим просмоленим пасмом. Друга половина заповнюється білою, добре пром’ятою глиною. У житловому будівництві герметизація розтрубів чавунних труб здійснюється асфальтовою мастикою.

Спеціальні пристосування. Використовується велика кількість різноманітних спеціальних з’єднань для труб. Проте найбільш поширеними є легкорозбірні. Як приклад розглянемо з’єднання за допомогою з’єднувальної гайки (рис. 3.15).

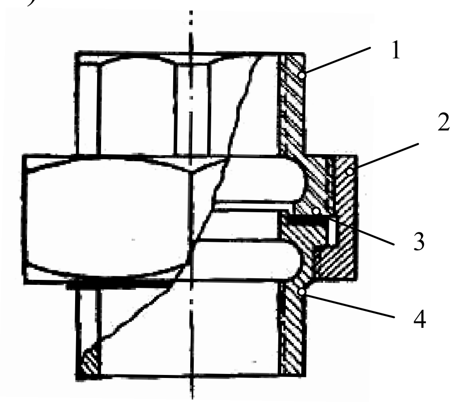


Рис. 3.15. Сполучна гайка

З’єднувальна гайка складається з трьох металевих частин (1, 2 і 4) і м’якої прокладки 3. Основні частини гайки 1 і 4 навертаються на короткі різьблення труб. Середня частина – накидна гайка 2 – стягує між собою ці основні частини. Герметичність з’єднання досягається м’якою (гумовою, азбестовою, паронітовою) прокладкою 3. Завдяки наявності прокладки накидна гайка не стикається з середовищем, яке протікає по трубах, а тому небезпека заїдання гайки зводиться до мінімуму.

З’єднання труб зваркою, паянням і склеюванням. У промисловості поширення набули методи з’єднання труб зваркою, паянням і склеюванням. Зваркою або паянням можна з’єднувати труби з чорних металів (окрім чавунних), кольорових металів, а також з вініпласту.

Відмінність зварки від паяння полягає в тому, що в першому випадку для з’єднання труб використовують такий же матеріал, як і той, з якого вони виготовлені. У другому – сплав (припій) – з температурою плавлення, істотно меншою, ніж у матеріалу труби. Припої прийнято поділяти на дві групи – м’які і тверді. До м’яких належать припої з температурою плавлення до 300 °С, до твердих – вище 300 °С. Крім того, припої істотно розрізняються за механічною міцністю. М’якими припоями є олов’яно-свинцеві сплави. Велика кількість олов’яно-свинцевих припоїв містить невеликий відсоток сурми. Найбільш поширеними твердими припоями є мідно-цинкові і срібні з різними добавками.

Вартість підготовки труб під зварку і вартість самої зварки у багато разів нижча за вартість фланцевого з’єднання (пари фланців, прокладки, болтів з гайками, роботи з посадки фланця на трубу). Добре виконане зварне з’єднання вельми довговічне і не вимагає ремонту і пов’язаних з цим зупинок виробництва, що має місце, наприклад, при вириванні прокладок у фланцевого з’єднання.

На зварному трубопроводі фланці ставлять лише в місцях установки арматури. Можливі, проте, випадки застосування сталевої арматури з кінцями під приварювання.

Не дивлячись на переваги зварки і паяння труб перед іншими видами з’єднань, їх не слід проводити у таких випадках:

– якщо продукт, який передається по трубах, є таким, що руйнує наплавлений метал або кінці труб, які нагріваються при зварці;

– якщо трубопровід вимагає частого розбирання;

– якщо трубопровід знаходиться в цеху, характер виробництва якого виключає роботу з відкритим полум'ям.

При з'єднанні труб з вуглецевої сталі може бути застосована як кисневоацетиленова (газова), так і електродугова зварка. Газова зварка має в порівнянні з електродуговою такі переваги:

– метал у шві виходить більш в'язким;

– роботи можуть бути зроблені у важко доступних місцях;

– стельові шви виконуються набагато легше.

Зварка, електродуги, має, проте, свої переваги:

– вона в 3-4 рази дешевше за газову зварку;

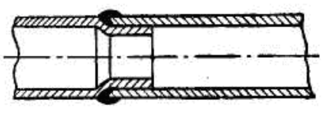
– зварювані деталі прогріваються слабкіше.

При підготовці до зварки труб товщиною не менше 5 мм кромки труб запилюють під кутом 30-45°. Внутрішня частина стінки залишається нескошеною на товщині 2-3 мм. Для забезпечення гарного провару труб між ними залишають зазор 2-3 мм. Цей зазор оберігає також кінці труб від сплющення і вигинання. По зовнішній поверхні шва наплавляють підсилюючий валик заввишки 3-4 мм. Для оберігання від попадання крапельок розплавленого металу всередину труби шов не доварюють на 1 мм до внутрішньої поверхні труби

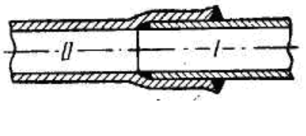
З'єднання труб з кольорових металів за допомогою зварки або паяння проводиться по одному із способів, наведених на рис. 3.16.



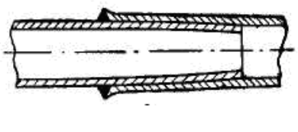
а



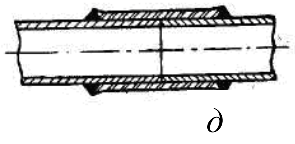
б



в



г



д

Рис. 3.16. З'єднання труб з кольорових металів і пластмас

Зварка встик (рис. 3.16, *а*) широко застосовується при з'єднанні свинцевих і алюмінієвих труб. Зваркою (паянням) з розбортовкою і підкаткою кінців (рис. 3.16, *б*, *в* і *г*) користуються при з'єднанні свинцевих і мідних труб. У тих випадках, коли до з'єднання ставляться вимоги особливо високої міцності, зварний шов виконується, так як показано на рис. 3.16, *д*.

Для посилення шва при з'єднанні алюмінієвих труб проводять наплавлення металу валиком (рис. 3.16, *а*), а при з'єднанні свинцевих і мідних труб зовнішні краї труб, крім того, злегка вибортовують (рис. 3.16, *б*, *в*, *г*).

З'єднання алюмінієвих і свинцевих труб проводиться наплавленням металу, однакового з основним металом труб, тобто зваркою; з'єднання мідних труб – як зваркою, так і паянням (твердим припоєм).

Труби з фаоліту можна з'єднувати шляхом склеювання за способами, показаними на рис. 3,16, *в*, *д*. Труби з вініпласту з'єднують за способами, показаними на рис. 3.16 *а*, *б* і *в*, причому з'єднання за способом, показаним на рис. 3.16, *б* відрізняється великою міцністю.

3.5.4 Температурне подовження трубопроводів і його компенсація

Температура нормальної експлуатації трубопроводів відрізняється, часто істотно, від температури, при якій проводився їх монтаж. У результаті температурних подовжень в матеріалі труб виникають механічні напруги, які, якщо не вжити спеціальних заходів, можуть призвести до їх руйнування. Такі заходи називаються компенсацією температурних подовжень або просто – температурною компенсацією трубопроводу.

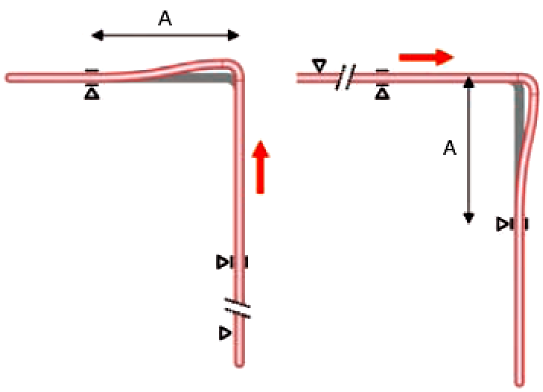


Рис. 3.17. Теплове подовження труби і його компенсація через деформацію плеча А

Простим і найбільш дешевим методом температурної компенсації трубопроводів є так звана «самокомпенсація». Суть цього методу полягає в тому, що трубопровід прокладається з поворотами так, щоб прямі ділянки не перевищували певної розрахункової довжини. Пряма ділянка труби, розташована під кутом до іншого його відрізка, що становить з ним одне ціле (рис. 3.17), може сприйняти його подовження за рахунок власної пружної деформацій. Звичайно обидві розташовані під кутом ділянки труби взаємно сприймають теплові подовження і таким чином відіграють роль компенсаторів.

Самокомпенсація легко здійснюється на трубопроводах із сталі, міді, алюмінію і вініпласту, оскільки ці матеріали мають значну міцність і еластичність. На трубопроводах з інших матеріалів подовження звичайно сприймається компенсаторами, опис яких дається нижче.

Користуючись деформацією прямої ділянки труби, можна, взагалі кажучи, сприйняти теплове подовження будь-якої величини за умови, що компенсуюча ділянка має достатню довжину. На практиці, проте, звичайно не йдуть далі за значення 400 мм для сталевих труб і 250 мм – для вініпластових.

Якщо самокомпенсація трубопроводу недостатня для розвантаження температурних напруг або її неможливо здійснити, то вдаються до використання спеціальних пристроїв. Застосовують лінзові і сальникові компенсатори, а також компенсатори гнуті з труб.

Лінзові компенсатори. Робота лінзового компенсатора заснована на прогині круглих пластин або хвилеподібних розширень, що становлять тіло компенсатора. Лінзові компенсатори можуть бути виготовлені із сталі, червоної міді або алюмінію.

За способом виконання розрізняють такі типи лінзових компенсаторів: зварні з відштампованих півхвиль (рис. 3.18, *а* і *б*), зварні тарілчасті (рис. 3.18, *в*), зварні барабанні (рис. 3.18, *г*) і призначені спеціально для роботи на трубопроводах, що знаходяться під вакуумом (рис. 3.18, *д*).

Загальними перевагами лінзових компенсаторів всіх без виключення типів є їх компактність і невимогливість відносно обслуговування. Ці переваги в більшості випадків знецінюються істотними їх недоліками. Основні з них такі:

– лінзовий компенсатор створює значні осьові зусилля, що діють на нерухомі опори трубопроводу;

– обмежена компенсувальна здатність (максимальна деформація лінзового компенсатора не перевищує 80 мм):

– непридатність лінзових компенсаторів для роботи під тиском вище 0,2–0,3 МПа;

– порівняно високий гідравлічний опір;

– складність виготовлення.

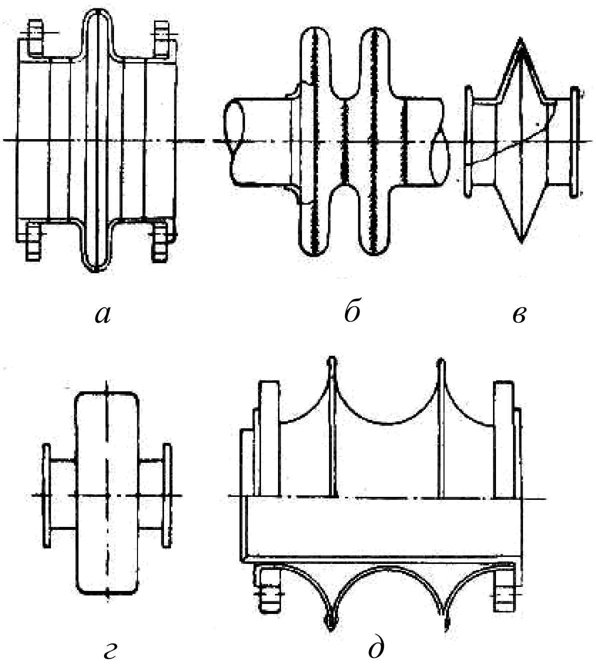


Рис. 3.18. Лінзові компенсатори

Через пераховані міркування лінзові компенсатори застосовуються дуже рідко, а саме при збігу ряду специфічних умов: при низькому тиску середовища (від вакууму до 0,2 МПа), за наявності трубопроводу великого діаметру (не менше 100 мм), при малій довжині ділянки, що обслуговується компенсатором (звичайно не більше 20 м), при передачі по трубопроводу газів і пари, але не рідин.

Сальникові компенсатори. Простий тип сальникового компенсатора (так званий односторонній нерозвантажений компенсатор) показано на рис. 3.19. Він складається з корпусу 4 з лапою (якою він кріпиться до нерухомої опори), стакана *1* і сальника. Останній включає сальникове набивання *3* і грундбуксу (ущільнювач набивання) *2*. Набивання сальника виконується звичайно з натертого графітом азбестового шнура, укладеного у вигляді окремих кілець. Стакан і корпус приєднуються за допомогою фланців до трубопроводу. Стакан має борт (помічений буквою *а*), що запобігає випаданню стакана з корпусу.

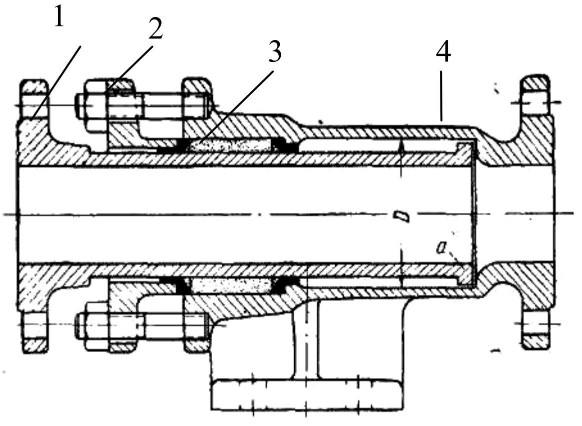


Рис. 3.19. – Сальніковий компенсатор

Головними перевагами сальникових компенсаторів є їх компактність і значна компенсуюча здатність (звичайно до 200 мм і вище).

Недоліки сальникових компенсаторів такі:

– великі осьові зусилля;

– необхідність періодичного обслуговування сальників, що вимагає зупинки трубопроводу;

– можливість пропуску (протічки) середовища через сальник;

– можливість заїдання сальника, що може призводити до поломки деталей трубопроводу.

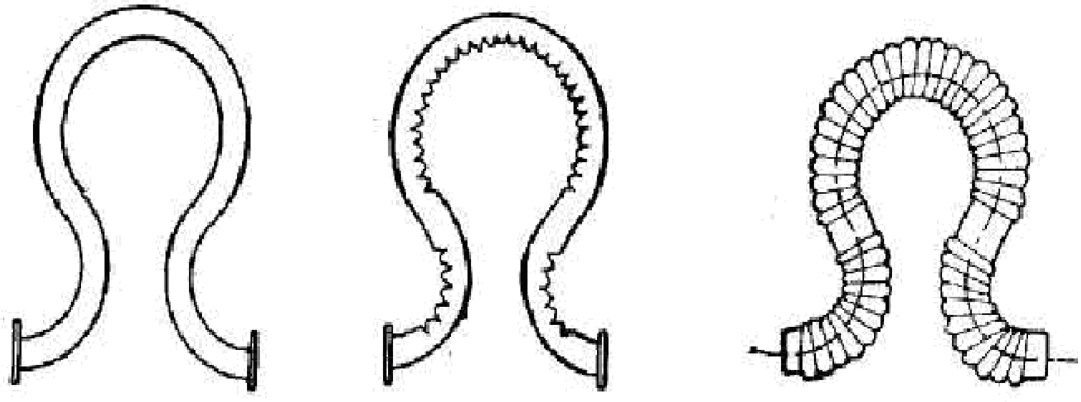
Заїдання сальника може відбутися унаслідок неточного прокладення трубопроводу по прямій лінії, осідання однієї з опор в процесі експлуатації, викривлення повздовжньої осі трубопроводу під впливом температурних змін у відгалуженні, роз'їдання поверхонь ковзання і відкладення на них накипу або іржи.

Через перераховані недоліки сальникові компенсатори на трубопроводах загального призначення застосовуються рідко (наприклад, на теплотрасах в обмежених міських умовах). Вони знаходять застосування на трубопроводах, виконаних з таких матеріалів, як чавун (ферросилід і антихлор), скло і фарфор, фаоліт. Ці матеріали за своїми властивостями вимагають укладання на жорсткі підпори, які можуть забезпечити хорошу роботу сальникових компенсаторів і через свою крихкість виключають можливість застосування самокомпенсації. Сальникові компенсатори, що встановлюються на трубопроводах з цих матеріалів, виконуються з корозійностійких матеріалів, що виключає заїдання від ржавіння поверхонь, які труться.

усі інші трубопроводи, що вимагають компенсації теплових подовжень, рекомендується виконувати такими, що самокомпенсуються або забезпечувати, по можливості, компенсаторами з гнутих труб. Про них нижче.

Компенсатори, гнуті з труб. Компенсатори цього типу в умовах підприємств і на магістральних трубопроводах є найбільш поширеними. Гнуті компенсатори виконуються з будь-яких металевих (за виключенням чавуну) та більшості пластикових труб.

Залежно від способу виготовлення розрізняють компенсатори: гладкі (рис. 3.20, *а*), складчасті (рис. 3.20, *б*), хвилясті (рис. 3.20, *в*), а залежно від конфігурації – ліровидні (рис. 3.20), П-подібні (рис. 3.21, *а*) і S-подібні (рис. 3.21, *б*).



а *б* *в*

Рис. 3.20. Ліровидні компенсатори:
а – гладкий; *б* – складчатий; *в* – хвилястий

До недоліків гнутих компенсаторів усіх без виключення типів слід віднести:

– значні габарити, що утрудняють застосування цих компенсаторів в тісних місцях;
– порівняно великий гідравлічний опір;
– виникнення з часом явищ втоми в матеріалі компенсатора.



Рис. 3.21. Гнуті компенсатори:а – П-подібний; б – S-подібний

Разом з цим гнуті компенсатори мають такі переваги:

– значна компенсуюча здатність (звичайно до 400 мм);
– незначна величина осьових зусиль, що навантажують нерухомі опори трубопроводу;
– легкість виготовлення на місці монтажу;
– невимогливість відносно прямолінійності трубопроводу і появи перекосів в ньому в процесі роботи;
– простота експлуатації (не вимагають обслуговування).

3.6. Трубопровідна арматура екологічно безпечних виробництв

Арматура різного виду і призначення служить для управління і контролю матеріальних потоків, що проходять по трубопроводах. За допомогою арматури виконують такі операції: включення і відключення окремих ділянок трубопроводу, зміна напряму потоку, витрати або тиск, відділення рідини від пари. До арматури відносять також ліхтарі для візуального контролю потоків рідин і покажчики рівня.

3.6.1 Класифікація трубопровідної арматури

Трубопровідну арматуру прийнято класифікувати за рядом ознак. Зупинимося на деяких з них.

За областю застосування:

Промислова трубопровідна арматура загального призначення використовується в різних галузях народного господарства.

Промислова трубопровідна арматура для особливих умов роботи призначається для експлуатації при відносно високому тиску і температурах, при низьких температурах, на корозійних, токсичних, радіоактивних, в'язких, абразивних або сипких середовищах. Спеціальна арматура розробляється і виготовляється за окремими замовленнями на підставі особливих технічних вимог.

Суднова арматура випускається для роботи в специфічних умовах експлуатації на судах річкового і морського флоту.

Сантехнічною арматурою оснащуються різні побутові пристрої: газові плити, ванні установки, кухонні раковини та ін.

За функціональним призначенням (видом):

Запірна арматура, що призначена для повного перекриття або пуску потоку робочого середовища в трубопроводі залежно від вимог технологічного процесу (цикл «відкрито-закрито»).

Регулююча арматура призначена для регулювання параметрів робочого середовища за допомогою зміни її витрати. До неї належать: регулюючі клапани, регулятори тиску, регулятори рівня рідини, арматура, що дроселює, і т.п.

Арматура розподільно-змішувальна (триходова або багатоходова), призначена для розподілу робочого середовища по певних напрямах або для змішення потоків середовища (наприклад, холодної і гарячої води). Но неї належать розподільчі клапани і крани.

Запобіжна арматура призначена для автоматичного захисту устаткування і трубопроводів від неприпустимого тиску за допомогою скидання надлишку робочого середовища. Но неї належать: запобіжні клапани, імпульсні запобіжні пристрої, мембранні розривні пристрої, перепускні клапани.

Захисна арматура призначена для автоматичного захисту устаткування і трубопроводів від неприпустимих або непередбачених технологічним процесом змін параметрів або напряму потоку робочого середовища і для відключення потоку без викиду робочого середовища з технологічної системи. Но захисної арматури належать: зворотні клапани, клапани, що відключають.

Арматура для розділення фаз призначена для автоматичного розділення робочих середовищ залежно від їх фази і стану. До неї належать конденсатовідвідник, повітрявідвідники і масловіддільники.

За конструктивними типами (табл. 3.3):

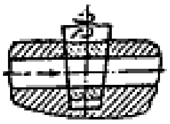
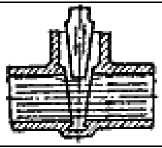
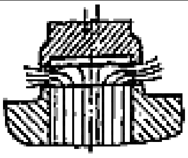
Засувка – трубопровідна арматура, в якій замикаючий елемент переміщається зворотно-поступально перпендикулярно напряму потоку робочого середовища.

Клапан – трубопровідна арматура, в якій замикаючий або регулюючий елемент переміщається зворотно-поступально паралельно осі потоку робочого середовища в сідлі корпусу арматури. Клапан, в якому замикаючий елемент переміщається за допомогою гвинтової пари і управляється вручну, називається вентилем.

Кран – трубопровідна арматура, в якій замикаючий або регулюючий елемент має форму тіла обертання або його частини; повертається навколо своєї осі, що розташована перпендикулярно до напряму потоку робочого середовища.

Затвор (затвор дисковий) – трубопровідна арматура, в якій замикаючий або регулюючий елемент має форму диска і повертається навколо осі, перпендикулярної до осі трубопроводу.

Таблиця 3.3 – Конструктивні типи арматури (залежно від способу перекриття потоку середовища)

Тип арматури	Ескіз	Стисла характеристика
Кран		Мала будівельна висота. Малий час відкриття і закривання. Великі крутяні моменти, необхідні для управління. Малий гідравлічний опір.
Засувка		Мала будівельна довжина, велика будівельна висота. Великий хід затвора, великий час відкриття і закривання. Малий гідравлічний опір.
Затвор дисковий		Малі габаритні розміри і маса. Малий час відкриття і закривання. Прохід частково перекритий затвором при відкритому положенні виробу. Незначний гідравлічний опір.
Клапан		Велика будівельна довжина. Малий хід затвора, малий час відкриття і закривання. Великий гідравлічний опір.

Трубопровідну арматуру класифікують також за умовним тиском, робочою температурою, способу приєднання до трубопроводу, способом герметизації, управління і т.п.

3.6.2 Конструкції трубопровідної арматури

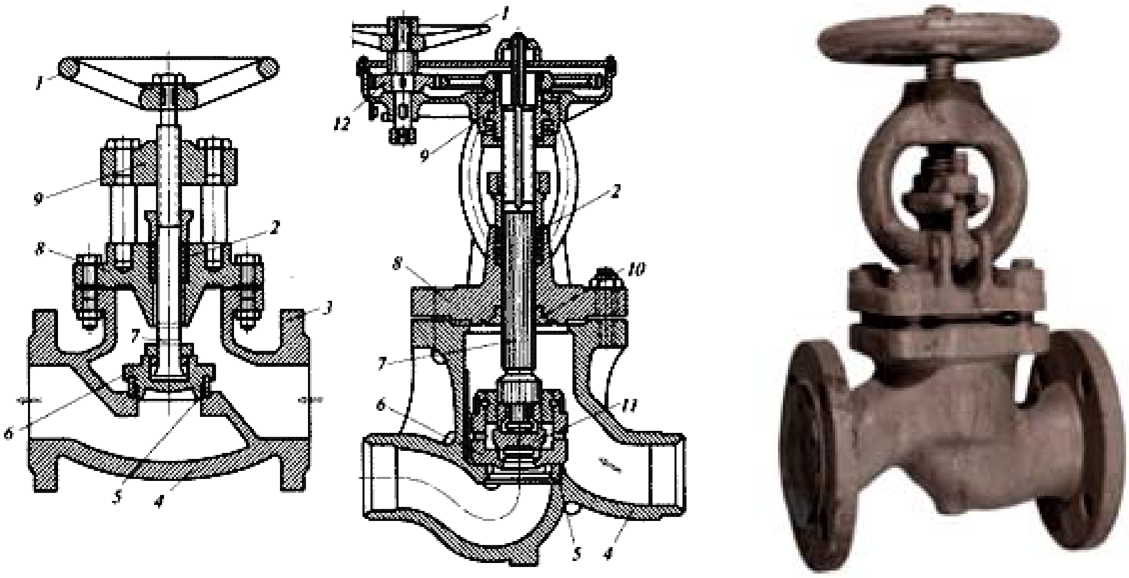
Запірна арматура. Запірна арматура за кількістю використаних одиниць складає до 80 % всієї арматури. Тому на розгляді її конструкцій ми зупинимося дещо докладніше.

Запірна арматура повинна забезпечувати щільність відключення в закритому стані і чинити мінімальний опір середовищу, яке рухається по трубах у відкритому стані. Різні виробники випускають сотні підвидів запірної арматури, проте все їх можна підрозділити на 3 види: вентилі, засувки і крани.

Вентилі. Вентилі як запірні органи застосовують переважно при невеликому прохідному перерізі (діаметр трубопроводу до 100 мм), коли потрібна велика щільність відключення (наприклад, для дренажних і спускових трубопроводів), і в основному вони використовуються як регулюючі органи.

На рис. 3.22, *а* зображений найбільш поширений тип запірного вентиля – нормальний (інша назва – прохідний) фланцевий вентиль низького і середнього тиску. Він складається з корпусу *4*, в який запресоване сталеве або бронзове кі-

льце (сідло *5*), і клапана (тарілки) *6*, сполученого з шпинделем *7*. На кінці шпинделя є різьблення. При обертанні маховика *1* під час закривання або відкриття вентиля шпиндель угвинчується в траверсу *9*. Приєднання запірного вентиля до трубопроводу здійснюється за допомогою фланців *3*. На рис. 3.22, *б* наведений запірний безфланцевий вентиль високого тиску, який кріпиться до трубопроводів за допомогою зварки.



а *б* *в*

Рис. 3.22. Запірний вентиль: *а* – фланцевий низького і середнього тиску; *б* – високого тиску, безфланцевий;*в* – загальний вигляд; 1 – маховик; 2 – сальникове ущільнення; 3 – фланець; 4 – корпус; 5 – сідло; 6 – клапан (тарілка); 7 – шпиндель; 8 – кришка; 9 – траверсу; 10 – втулка; 11 – розвантажувальний клапан; 12 – шестерня

Кількість рідини або газу, що проходить через вентиль, регулюється підйомом або опусканням клапана. Для полегшення відкриття крупних вентилів застосовують розвантажувальні обвідні (байпасні) лінії малого діаметра, які служать для вирівнювання тиску середовища до і після вентиля. Перш ніж відкрити основний вентиль, відкривають байпас і після того, як в трубопроводі до і після вентиля встановиться однаковий тиск, приступають до відкриття основного вентиля. Для цієї ж мети деякі вентилі виконуються з двома розташованими на одному шпинделі клапанами (тарілками), один з яких має менший розмір і встановлюється в середній частині великого клапана (див. рис. 3.22, *б*). При підйомі шпинделя спочатку піднімається малий розвантажувальний клапан *11* на певну висоту, а потім після вирівнювання тиску при подальшому відкритті вентиля піднімається великий клапан *6*. Для полегшення відкриття вентиля привід шпинделя здійснюють через дві циліндрові шестерні *12* від маховика діаметром до 500 мм.

Нормальний вентиль є надійним запірним і регулюючим органом. Проте він створює великий опір потоку середовища внаслідок різкої двократної зміни напряму її руху. Менший опір мають прямоточні (косі) і кутові вентилі.

До прямоточних відносять вентилі, корпус яких має співвісні патрубки входу і виходу. Вісь шпинделя розташована в ньому під кутом 45...60° до осі цих патрубків. Переваги вентилів цього типу в порівнянні з нормальними наступні: відносно малий гідравлічний опір; компактність конструкції; відсутність зон застою. Недоліки прямоточних вентилів – велика в порівнянні з прохідними довжина і відносно велика маса.

Вентиль (рис. 3.23) складається з корпусу *1* з фланцями, що нагвинчують на нього. Ущільнювальна кромка виконується при обробці корпусу. У цій конструкції кришка *4* кріпиться до корпусу разом із стійкою *6*. Сальниковий пристрій *5* звичайної конструкції з натискним фланцем. На стійці жорстко посаджена ходова гайка *8*. Найцікавішим в даній конструкції є те, що вузол з'єднання *10*, штока *3* з шпинделем *9* винесений за межі корпусу. Це дозволяє жорстко (зваркою) закріпити клапан *2* на штоку.

Кутові вентилі рис. 3.24 мають корпус з перпендикулярно розташованими патрубками, причому один з патрубків співвісний або паралельний осі сідла і золотника *2*. Вентилі цього типу призначені для з'єднання двох частин трубопроводу, що розташовані перпендикулярно одна до одної або для монтажу на повороті.

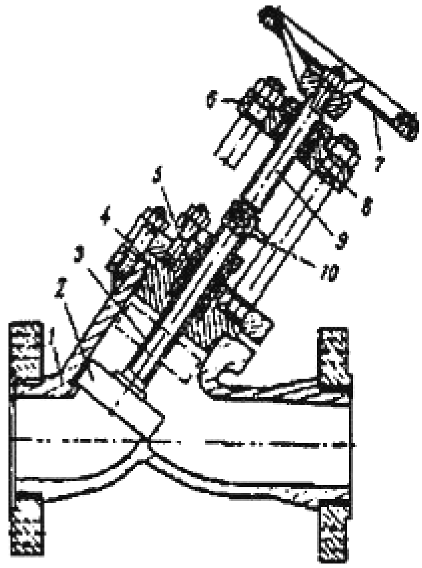


Рис. 3.23. Прямотічний вентиль.

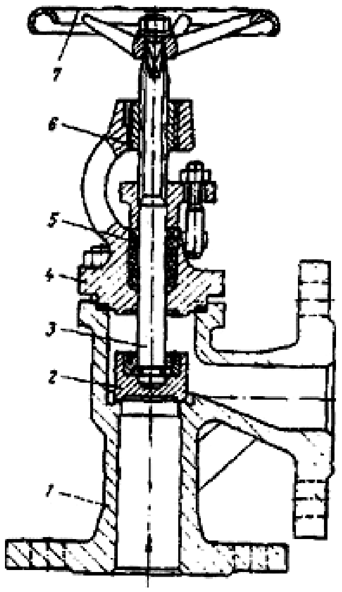


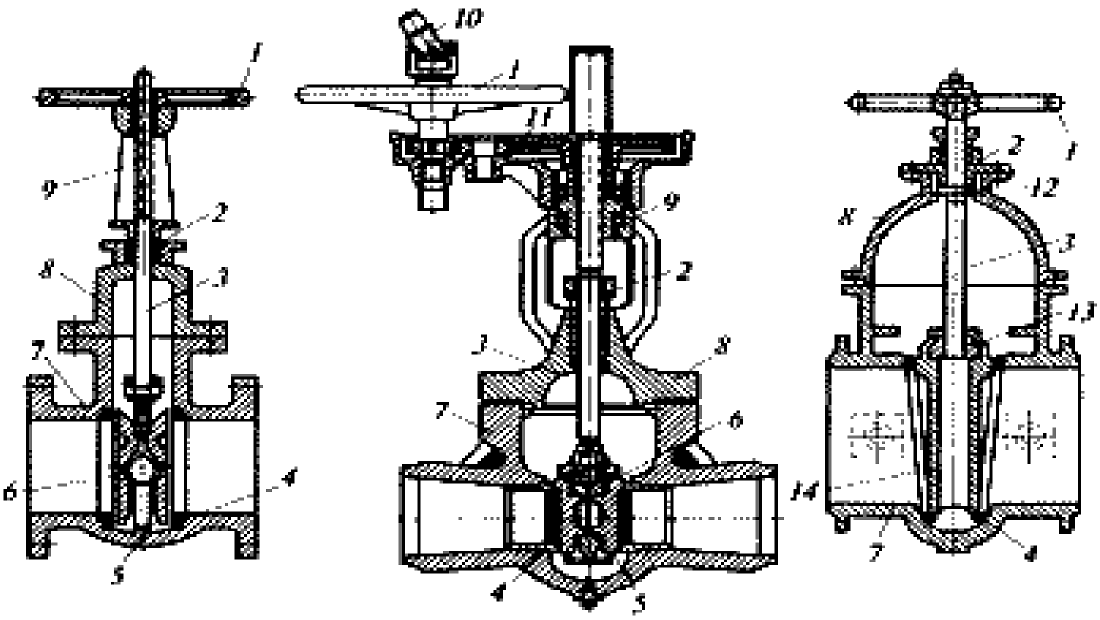
Рис. 3.24. Кутовий вентиль

Ці вентилі в порівнянні з прохідними компактніші за конструкцією, менші за масою і не мають застійних зон в корпусі. До недоліків кутових вентилів відносяться відносно високий (у порівнянні з прямоточними) гідравлічний опір і велика висота.

Кутовий вентиль (рис. 3.24) призначений для роботи при тиску робочого середовища, меншому за 6,4 МПа, і при невисоких температурах. Він складається з корпусу *1*, на якому закріплена кришка *4*, відлита разом із стійкою. На стійці кріпиться ходова гайка *6* і сальник *5*. Набивання сальника складається з кілець, ущільнювачів. Обертанню ходової гайки навколо осі запобігають фіксуючі гвинти. У цій конструкції сідло замінюється ущільнювачем, поверхнею, одержаною обробкою перемички корпусу. Сполучення тарілчастого золотника *2* зі шпинделем *3* є рухомим. Це запобігає обертанню золотника в закритому положенні затвора. Маховик закріплюється на шпинделі.

Засувки. У промисловості широке застосування знайшли засувки, які створюють значно менший опір потоку середовища, ніж вентилі. Рідина або газ

(пара) до засувок підводиться з будь-якої сторони. Засувки можуть мати різні затвори (паралельні і клинові), висувні і невисувні шпинделі.



а *б* *в*

Рис. 3.25. Засувки: *а* – нормальна з паралельними дисками ущільнювачів і висувним шпинделем; *б* – безфланцева високого тиску з дистанційним приводом; *в* – клинова з невисувним шпинделем; 1 – маховик; 2 – сальникове набивання; 3 – шпіндель; кільця, 4 – ущільнювачів; 5 – диски, ущільнювачів; 6 – пристрою, розпору; 7 – корпус; 8 – кришка; 9 – траверсу; 10 – шарнір; 11 – зубчата передача; 12 – буртик; 13 – нарізна втулка; 14 – клиновий затвор

На рис. 3.25, *а* наведена нормальна засувка з паралельними дисками ущільнювачів. Засувка складається з чавунного корпусу *7*, кришки *8*, маховика *1*, висувного шпинделя *3*, кілець, ущільнювачів, *4* і дисків *5*. Між дисками встановлюється пристрій, розпору *6*. При обертанні маховика за годинниковою стрілкою шпиндель разом з дисками опускається, пристрій розпору, упираючись в нижню частину корпусу, розсовує диски і щільно притискує їх до кілець ущільнювачів, закриваючи прохід рідині або газу. У засувках з висувним шпинделем шпиндель і маховик мають різьблення квадратного профілю, і при обертанні маховика шпиндель вигвинчується або угвинчується в нього, тягнучи за собою диски.

На підприємствах часто застосовуються засувки або вентилі з електричним приводом, що дозволяє відкривати або закривати їх дистанційно. На рис. 3.25, *б* наведена безфланцева засувка високого тиску з дистанційним приводом. Безфланцева арматура безпосередньо приварюється до трубопроводу.

У клинових засувках з невисувним шпинделем *3* (рис. 3.25, *в*) останній обертається разом з маховиком *1*. На кінці шпинделя *3* є різьблення, яке входить в нарізну втулку *13*, розташовану у верхній частині клинового затвора *14*. При обертанні маховика шпиндель *3* через буртик *12*, що розташовується на ньому, не може піднятися і обертатиметься разом з маховиком. При цьому нарі-

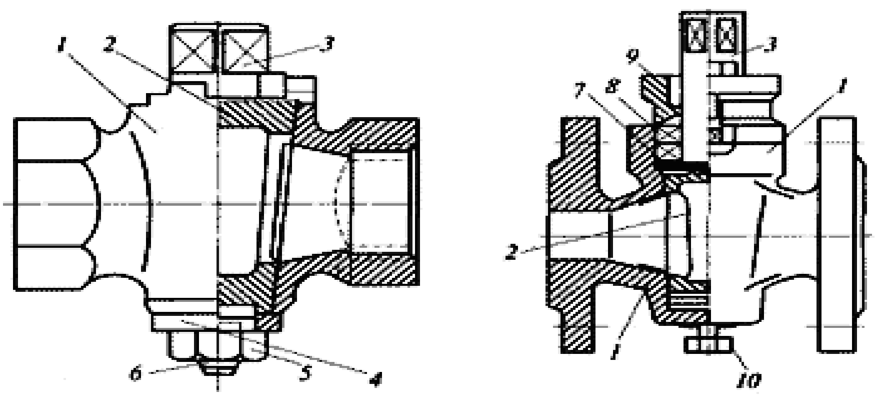
зна втулка *13* обертатиметься по його різьбленню, піднімаючи або опускаючи клиновий затвор *4* засувки.

Ущільнення шпинделя засувки досягається за допомогою сальникового набивання 2 і грундбукси (сальникового ущільнення). Грундбукса із зовнішньої сторони має різьблення, за допомогою якого вона угвинчується в кришку і, таким чином, ущільнює набивання.

У порівнянні з вентилями засувки створюють відносно невеликий гідравлічний опір, вимагають меншого зусилля на відкриття і закривання, допускають протікання середовища в обох напрямах, мають меншу довжину корпусу, можуть бути виготовлені на великий прохідний переріз. До недоліків засувок відносяться складніша, ніж у вентилів, конструкція, швидкий знос поверхонь, ущільнювачів затвора і більший підйом затвора при повному відкритті, що збільшує її габаритні розміри.

Крани. В якості запірного пристрою для низького тиску середовища (0,3...0,5 МПа) застосовуються пробкові крани. Крани призначені для швидкого відкривання та закривання проходу в трубопроводі і для регулювання витрати. Крани мають малий гідравлічний опір. Їх основний недолік – погана герметичність.

Пробкові крани за способом ущільнення поділяються на натяжні (рис. 3.26, *а*) і сальникові (рис. 3.26, *б*); за способом з’єднання – муфтові і фланцеві; за матеріалом корпусу і пробки – чавунні, бронзові і комбіновані (чавунний корпус з бронзовою пробкою).



а *б*

Рис. 3.26. Крани: *а* – натяжний газовий муфтовий; *б* – сальниковий; 1 – корпус; 2 – пробка; 3 – чотиригранна головка; 4 – шайба; 5 – гайка; 6 – шпилька з різьбленням; 7 – опорне кільце; 8 – сальникове набивання; 9 – кришка сальника; 10 – болт

Основними елементами пробкових кранів є корпус *1* і конічна пробка *2* з отвором для проходу газу. На чотиригранній головці *3* під ключ наноситься риска, що співпадає з напрямом отвору в пробці. Якщо риска на головці співпадає з напрямом трубопроводу, на якому встановлений кран, то прохід для середовища відкритий, а якщо риска направлена упоперек трубопроводу, то прохід закритий.

У натяжних кранах в нижній частині пробки є шпилька *6* з різьбленням (див. рис. 3.26, *а*), на яке надягається шайба *4* і накручується гайка *5*. Щільність в цих кранах забезпечується натягненням гайки. Крани, що встановлюються на газопроводах, повинні мати упори, що обмежують поворот пробки у межах 90°.

Щільність в сальникових кранах забезпечується сальниковим набиванням *8*. Ущільнення здійснюється затягуванням сальника за допомогою кришки *9*. Для полегшення розбирання сальникового крана в нижній частині корпусу встановлюється віджимний болт *10*.

Наразі пробкові крани витісняються кульовими, які забезпечують велику герметичність і менші зусилля при відкриванні та закриванні, не вимагають обслуговування. Один з різновидів кульового крана поданий на рис. 3.27.

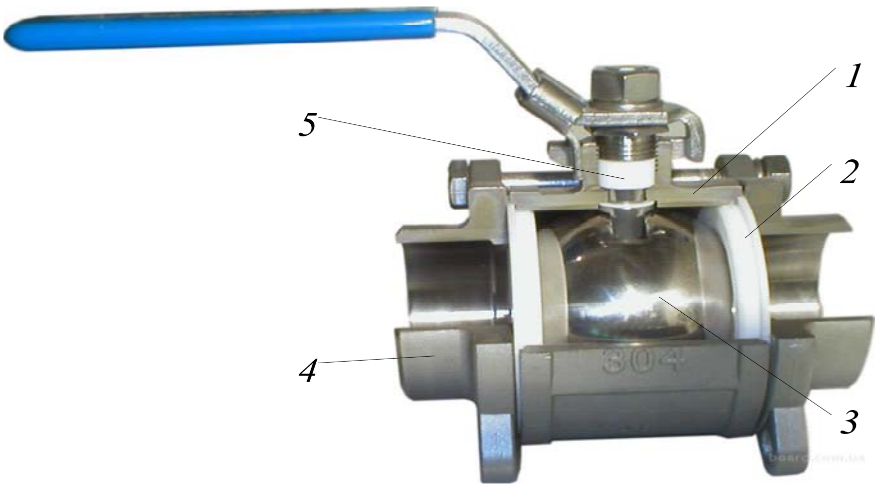


Рис. 3.27. Кран кульовий: 1 – корпус; 2 – ущільнювальна прокладка; 3 – куля з отвором для проходу рідини; 4 – патрубок для приєднання до трубопроводу; 5 – сальникове ущільнення головки

Для зміни напряму потоків або їх змішування промисловістю випускаються триходові крани (рис. 3.28). Вони використовуються, головним чином, у вимірювальній техніці, але існують триходові крани і для застосування на технологічних трубопроводах.

На ручці триходового крана у вигляді букви Т нанесені риски, співпадаючі з напрямами каналів в пробці. Поворотом ручки можна сполучати між собою всі три входи в кран (положення V), або попарно (положення I, II, II), або всі їх роз’єднати (положення IV)

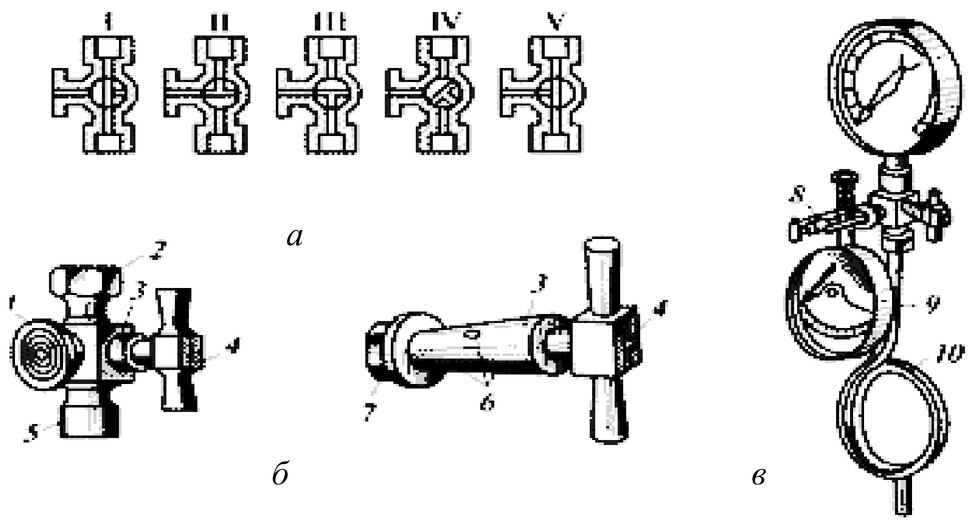
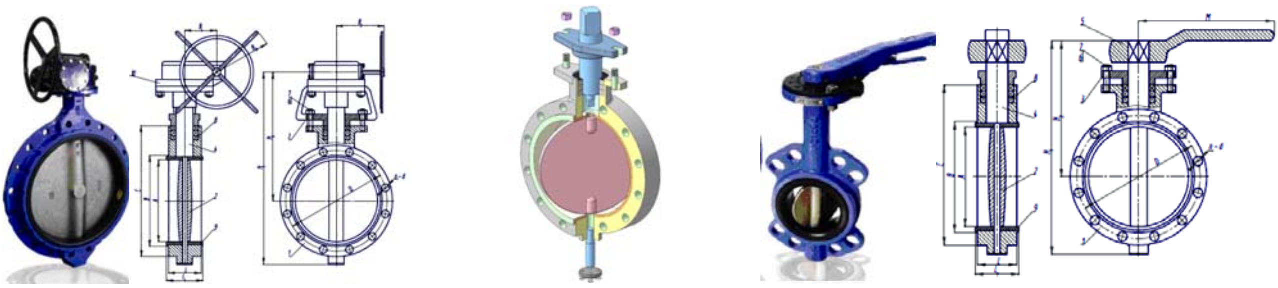


Рис. 3.28. Триходовий кран:
а – положення I – V триходового крана; *б* – деталі крана; *в* – кріплення контрольного манометра для перевірки робочого манометра; I – робоче положення; II – постановка стрілки на нуль; III – продування сифонової трубки; IV – проміжне положення (набір конденсату в сифоновій трубці); V – перевірка робочого манометра контрольним; 1 – фланець для контрольного манометра; 2 – штуцер для манометра; 3 – пробка крана; 4 – риски; 5 – ніпель для сифонової трубки; 6 – отвори в пробці; 7 – гайка для затягування пробки; 8 – скоба; 9 – контрольний манометр; 10 – сифонова трубка

Дросельна і регулююча арматура. Для регулювання витрат рідини або газу чи для зниження їх тиску застосовують арматуру клапанного типа, зокрема, вентилі. Звичайні вентилі застосовуються для цих цілей обмежено, оскільки, по-перше, змінюють витрату тільки при малих висотах підйому клапана (до чверті діаметра сідла), по-друге, шарнірне кріплення клапана утруднює точне регулювання і, нарешті, витрата потоку змінюється непропорційно куту повороту шпинделя.

Відмінність дросельної арматури від звичайних вентилів у тому, що клапан, окрім звичайної запірної поверхні, має пристрій, що забезпечує майже лінійну зміну перерізу для проходу потоку від кута повороту і збільшений хід шпінделя від відкритого до закритого положення.

Для грубого регулювання витрати часто застосовують дискові (дросельні) заслінки, які також називають заслінками типу «батерфляй» або «метелик». Дискова заслінка – тип трубопровідної арматури, в якій замикаючий чи регулюючий елемент має форму диска, який повертається навколо осі, що розміщена перпендикулярно чи під кутом до напрямку потоку робочого середовища. Також ці пристрої ще називають поворотними затворами, герметичними клапанами, гермоклапанами. Декілька варіантів виконання такої заслінки наведено на рис. 3.29



а *б* *в*

Рис. 3.29. Дискові заслінки:
а – виконання під редуктор; *б* – загальний вигляд; *в* – ручна заслонка

Арматура зворотної дії (зворотний клапан). Розрізняють конструкції зворотних клапанів вентильного і поворотного типів. Вертикальний – аналогічний по конструкції вентилю, але клапан в ньому не зафіксований і може вільно підніматися над сідлом тиском потоку, рухомого в дозволеному напрямі, і придавлюватися до сідла, перекриваючи рух середовища у зворотному напрямі. У клапанах поворотного типу власне клапан розташований на петлі і, повертаючись на ній, може відкривати або закривати прохід середовища.

Арматура запобіжна (запобіжний клапан). Цей тип арматури призначений для автоматичного захисту устаткування і трубопроводів від підйому тиску вище за допустиме значення.

Найбільш поширені клапани вентильного типу із самодіючими приводними пристроями пружинного (рис. 3.30) або вантажного (рис. 3.31) типу. Самодія – підйом затвора арматури тиском робочого середовища без використання яких-небудь додаткових засобів автоматики.

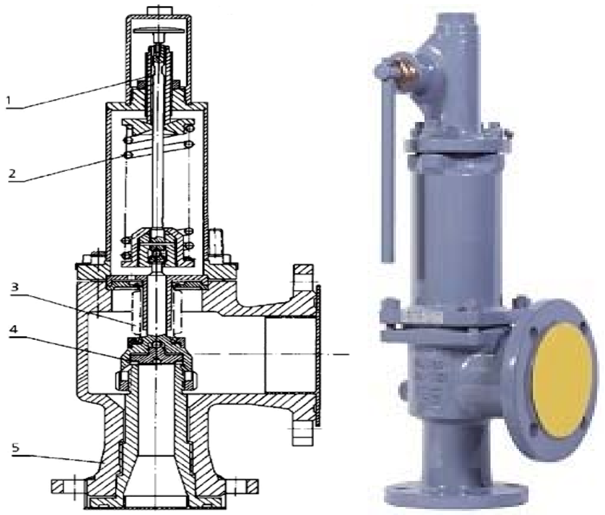


Рис. 3.30. Запобіжний клапан пружинного типу

Обов'язковими компонентами конструкції пружинного запобіжного клапана є корпус *1*, власне клапан, що складається із золотника *3* і сідла *4* (рис. 3.30), і пружина *2*, що забезпечує силову дію на клапан. За допомогою пружини *2* клапан настроюється так, щоб зусилля на золотнику клапана *3* забезпечувало його притиснення до сідла *4* запірного органа і перешкоджало пропуску робо чого середовища, в даному випадку настройку проводять спеціальним гвинтом 1, обертаючи який можна стискати або відпускати пружину *2*.

Коли запобіжний клапан закритий, на золотник *3* впливає робочий тиск в системі, яка захищається. Тиск прагне відкрити клапан, а сила від стиснутої пружини *2* перешкоджає відкриттю. З виникненням в системі тиску, що перевищує допустиму величину, його дія на золотник долає зусилля стиснутої пружини. Запірний орган починає відкриватися і, якщо тиск в системі не перестане

зростати, відбувається скидання робочого середовища через клапан. З пониженням через скидання тиску в системі, яка захищається, запірний орган клапана під дією зусилля від пружини закривається.

Пружинний клапан має гарну швидкодію і забезпечує герметичність (виключає попадання середовища, що скидається, в атмосферу приміщення). В той же час, він погано тримає настройку, що обумовлено «втомою» пружини і залежністю створюваного нею зусилля від температури.

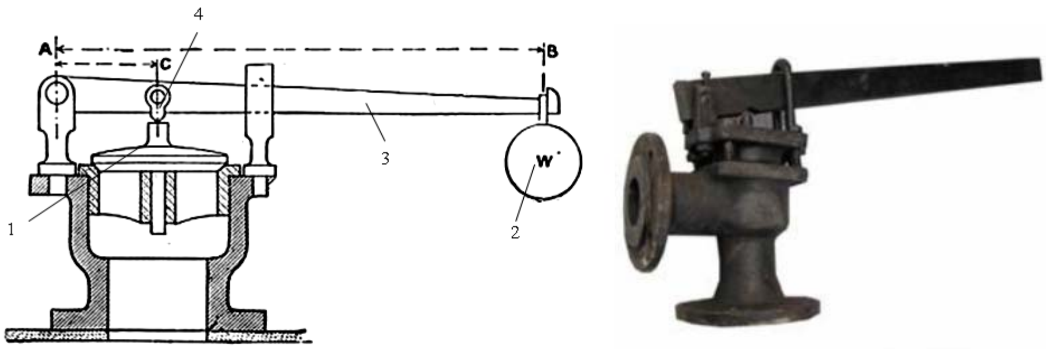


Рис. 3.31. Запобіжний клапан вантажного типу

Цього недоліку позбавлений запобіжний клапан вантажного типу (рис. 3.31). Він відрізняється від пружинного тим, що зусиллю на золотник *1* від тиску робочого середовища протидіє сила створювана вантажем *2*, яка передається через важіль *3* на шток *4* клапана. Настройка таких клапанів на тиск відкриття проводиться фіксацією вантажу певної маси на плечі важеля.

Недоліками вантажного клапана є: сповільнене порівняно з пружинним відкриття (через велику інерцію системи з вантажу, важеля і золотника) і неминучість попадання середовища, що скидається, в атмосферу.

Конденсатовідвідники. Конденсатовідвідники призначені для автоматичного відділення конденсату від пароводяної емульсії і випуску його з системи. Конденсат утворюється в теплообмінниках, а також при прогріванні трубопроводів і установок коли частина пари перетворюється на воду. Конденсатовідвідник повинен випускати воду і затримувати пару. Це здійснюється за допомогою гідравлічного або механічного затвору.

У різних конструкціях конденсатовідвідників для відділення конденсату від пари використовується відмінність їх фізичних властивостей: густини, температури або питомого об’єму.

Типи конденсатовідвідників. *Термостатичні* конденсатовідвідники реагують на різницю температури пари і конденсату. Пара віддає свою теплоту в нагрівальному пристрої, утворюючи конденсат при температурі пари. Через втрату теплоти температура конденсату падає. Термостатичний конденсатовідвідник пропускає конденсат при виникненні цієї різниці температур. Як тільки в конденсатовідвідник потрапляє пара, температура зростає і конденсатовідвідник закривається. На рис. 3.32 показаний робочий елемент одного з варіантів термостатичного конденсатовідвідника у відчиненому (рис. 3.32, *а*) і зачиненому (рис. 3.32, *б*) стані.

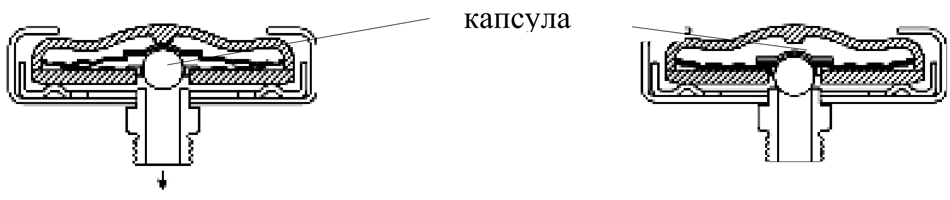


Рис. 3.32. Конденсато-відвідник з капсулою в якості темостатичного елементу: *а* – у відкритому, *б* – в закритому стані

Термостатичний елемент є капсулою, заповненою спеціальною рідиною, що має точку кипіння нижче, ніж у води. У холодному стані капсула "стисла" і кулька в її нижній частині відкриває клапан конденсатовідвідника, дозволяючи конденсату вільно йти. Коли конденсат проходить через конденсатовідвідник, він омиває капсулу, нагріваючи рідину в ній. Рідина в капсулі скипає до того як до конденсатовідвідника дійде пара. Тиск усередині капсули збільшується, гнучка пластина згинається і кулька закриває клапан. Тепер конденсатовідвідник остиває і в певний момент капсула знову "стиснеться", кулька відкриє клапан і процес повториться знову.

Механічні конденсатовідвідники реагують на різницю густини пари і конденсату. Ці конденсатовідвідники розділені на дві категорії: з кульовим поплавцем (рис. 3.33) і з поплавцями у вигляді стакана. Випускаються два різновиди таких пристроїв: з відкритим і з перевернутим стаканом. У конденсатовідвіднику з кульовим поплавцем (рис. 3.33) поплавець *1* спливає за наявності конденсату *3* і відкриває клапан *2*, який випускає конденсат.

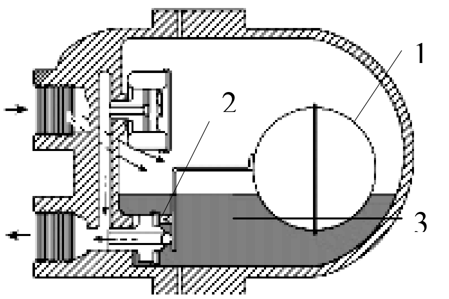


Рис. 3.33. Конденсатовідвідник з кульовим поплавцем

Що стосується конденсатовідвідника з поплавцем типу відкритий або перевернутий стакан, то поплавець в ньому спливає, коли конденсат із стакана витісняється парою. При цьому він закриває клапан. Коли ж стакан заповнюється конденсатом, він тоне і відкриває клапан.

Термодинамічні конденсатовідвідники реагують на різницю швидкостей пари і конденсату. Робота термодинамічних конденсатовідвідників частково залежить від утворення вторинної пари. Ця група включає термодинамічні дискові, імпульсні і лабіринтові конденсатовідвідники. Всіх їх розраховано на те, що гарячий конденсат скипає і утворює пароводяну суміш.

Один з різновидів такого конденсатовідвідника є трубкою, в яку впаяні диски, що чергуються із діафрагмами. Цей пристрій чинить незначний гідравлічний опір виходу конденсату і вельми значний, якщо в нього поступає пара.

3.7. Загальні вимоги до оформлення проектної документації

Склад і зміст проектної документації на спорудження і реконструкцію будівель та споруд, встановлені ДСТУ Б А.2.4-4:2009. До складу робочої документації на спорудження будинку або споруди у загальному випадку включають:

а) робочі креслення, призначені для виконання будівельних і монтажних робіт;

б) робочу документацію на будівельні вироби згідно з ДСТУ Б А.2.4-7;

в) ескізні креслення загальних видів нетипових виробів згідно з ДСТУ Б А.2.4-11;

г) специфікації обладнання, виробів та матеріалів згідно з ДСТУ Б А.2.4-10;

д) іншу документацію, яка додається і що передбачена відповідними стандартами Системи проектної документації для будівництва (СПДБ);

е) кошторисну документацію за встановленими формами згідно з ДБН Д. 1.1-1.

Проектну документацію, призначену для затвердження (ескізний проект (ЕП), техніко-економічне обґрунтування (ТЕО), техніко-економічний розрахунок (ТЕР), проект (П), частина робочого проекту (РП), що затверджується), комплектують у томи, як правило, за окремими розділами, передбаченими ДБН А.2.2-3.

Текстові (у тому числі зброшуровані кошториси) і графічні матеріали, які включають у том, комплектують, як правило, у такому порядку:

- обкладинка;
- титульний аркуш;
- зміст;
- склад проекту;
- підтвердження ГАП (ГІП) про відповідність чинним нормам, правилам та стандартам.

Кожному текстовому і графічному документу, що включений у том, надають позначення, яке вказують на обкладинці, титульному аркуші та в основних написах. До складу позначення включають базове позначення, яке встановлюють за чинною в організації системою, та через дефіс – марку і/або шифр розділу проекту. Марки розділів проекту приймають за аналогією з марками основних комплектів робочих креслень.

Формати текстових і графічних конструкторських документів, передбачених стандартами на конструкторську документацію всіх галузей промисловості і будівництва, установлює ГОСТ 2.301-68.

Формати аркушів визначаються розмірами зовнішньої рамки (виконаною тонкою лінією) подлінників, оригіналів, дублікатів і копій.

Текстові і графічні матеріали, які включають в том, складають, як правило, за форматом А4 згідно з ГОСТ 2.301.

У кожний том включають, як правило, не більше 250 аркушів формату А4,150 аркушів формату А3, 75 аркушів формату А2 та 50 аркушів формату А1.

Робочі креслення, призначені для проведення будівельних та монтажних робіт, об’єднують у комплекти (далі – основні комплекти) за марками.

Основний комплект робочих креслень будь-якої марки може бути розділений на кілька основних комплектів тієї самої марки (з доданням до неї порядкового номера) у відповідно до процесу організації будівельних і монтажних робіт.

Кожному основному комплекту робочих креслень надають позначення, до складу якого включають базове позначення, яке встановлюють за чинною в організації системою, та через дефіс – марку основного комплекту.

У загальному випадку **креслення загального вигляду** в технічній пропозиції за ГОСТ 2.118-73 повинне містити зображення варіантів виробу, текстову частину і написи, необхідні для зіставлення розглянутих варіантів і встановлення вимог до розроблювального виробу, а також дозволяють одержати уявлення про компоновочні і основні конструктивні виконання виробу, взаємодію його складових частин і принцип роботи виробу.

В ескізному проекті за ГОСТ 2.119-73 і в технічному проекті за ГОСТ 2.120-73 креслення загального вигляду повинне містити зображення виробу (види, розрізи, перетини) відповідно до рис. 3.34, текстову частину і написи, необхідні для розуміння конструктивного будови виробу, взаємодії його складових частин і принципу роботи виробу.

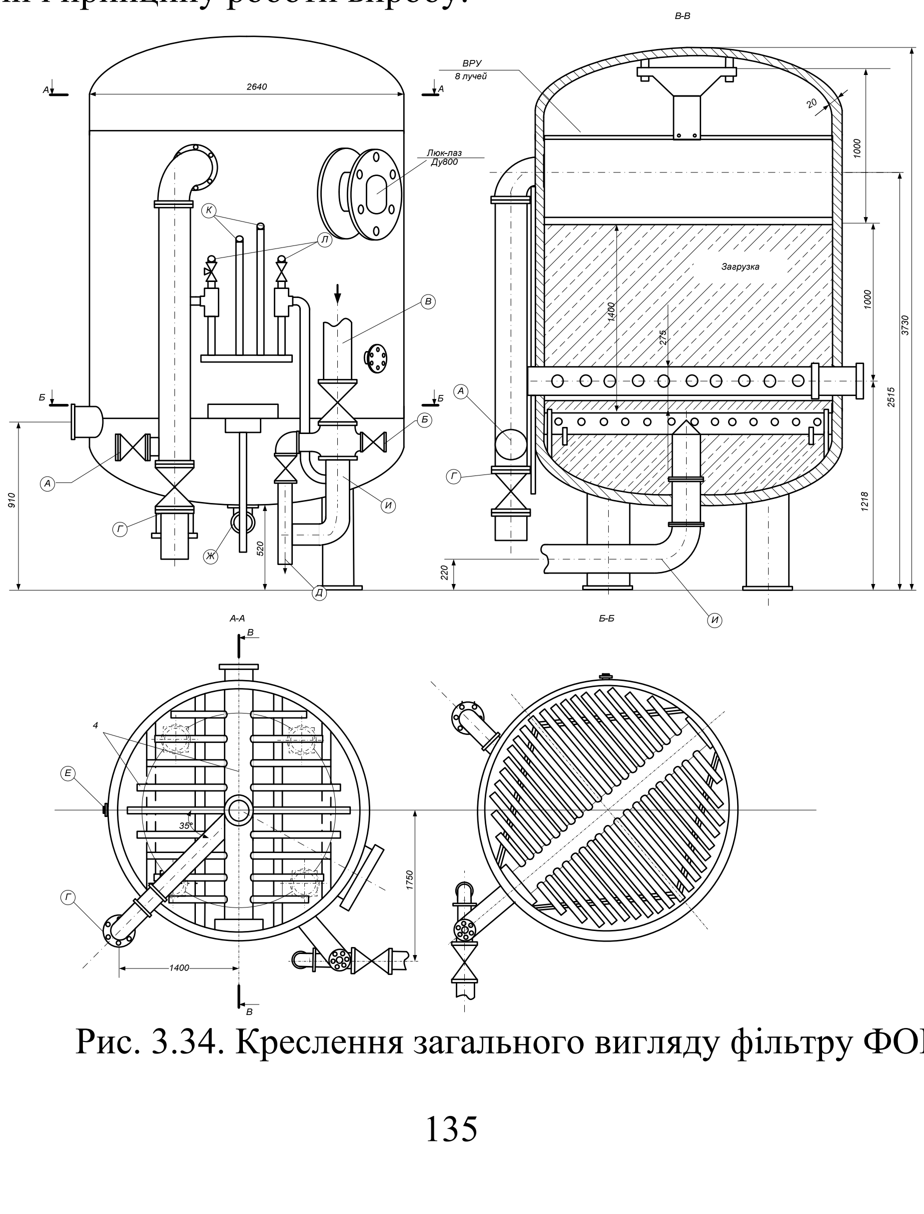


Рис. 3.34. Креслення загального вигляду фільтру ФОВ

Креслення загального вигляду в технічній пропозиції, в ескізному проекті і в технічному проекті в загальному випадку повинне також містити:

– найменування і позначення (якщо вони є) тих складових частин виробу, для яких необхідно вказати дані (технічні характеристики, кількість і ін.) або запис яких необхідна для пояснення зображень креслення загального виду, опису принципу роботи виробу, вказівки його складу і ін.;

– розміри і інші дані, що наносяться на зображення (при необхідності);

– схему, якщо вона потрібна, але оформляти її окремим документом недоцільно;

– технічні характеристики виробу, якщо це необхідно для зручності зіставлення варіантів за кресленням загального виду (у цьому випадку технічні характеристики в пояснювальній записці можна не наводити, а зробити посилання на креслення загального виду).

Зображення виконують з максимальними спрощеннями, передбаченими стандартами ЄСКД для робочих креслень. Допускається також, зберігаючи розуміння конструктивної будови виробу:

- зображувати контурними обрисами будь-які складові частини виробу;
- зображувати тільки ті складові частини виробу, які розглядаються при зіставленні варіантів;
- не показувати зв'язки між складовими частинами виробу, якщо вони не розглядаються при зіставленні варіантів.

На кресленні загального вигляду в ескізному проекті і в технічному проекті окремі зображення складових частин виробу розміщаються на одному загальному аркуші із зображеннями всього виробу або на окремих (наступних) аркушах креслення загального вигляду.

На кресленні загального вигляду в технічному проекті наводять також:

– вказівки про обрані посадки деталей (наносяться розміри і граничні відхилення поверхонь, що сполучають, за ГОСТ 2.307-68);

– технічні вимоги до виробу, наприклад, про застосування певних покриттів, способів просочення обмоток, методів зварювання, що забезпечують необхідну якість виробу (ці вимоги повинні враховуватися при наступній розробці робочої документації);

– технічні характеристики виробу, які необхідні для наступної розробки креслень.

Найменування і позначення складових частин виробу на кресленнях загального види технічної пропозиції, ескізного проекту і технічного проекту вказують одним з таких способів:

- на полицях ліній-винесень;
- у таблиці, розташованої на тому ж аркуші, що й зображення виробу;
- у таблиці, виконаної на окремих аркушах формату А4 за ГОСТ 2.301-68 як наступних аркушах креслення загального виду.

При наявності таблиці на полках ліній-винесень указують номера позицій складових частин, включених у таблицю. Таблицю (перелік складових частин

виробу) виконують за формою відповідно до рисунка 3.35 і заповнюють зверху вниз.

Запис складових частин у таблицю рекомендується робити у такому порядку розділів:

- запозичені вироби;
- покупні вироби;
- знову розроблені вироби.

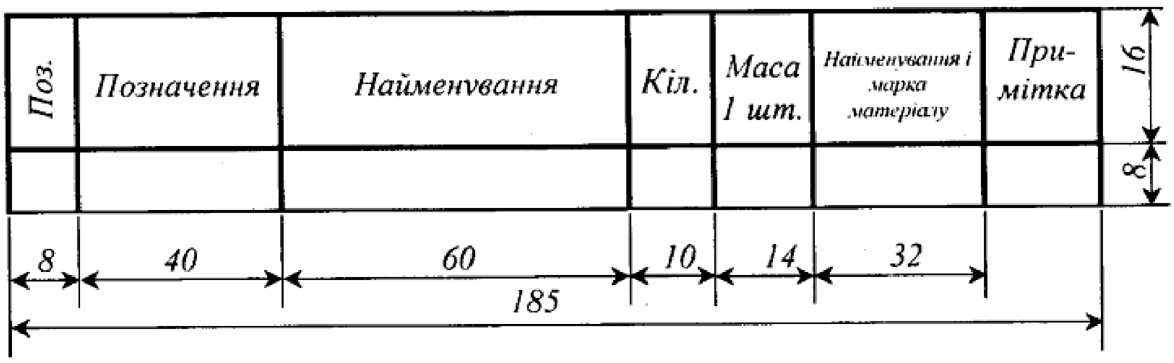


Рис. 3.35. Форма переліку складових частин виробу креслення загального вигляду

У графи переліку записують:

- *«Поз.»* – арабськими цифрами номер позиції складової частини виробу (розміщають також на полиці лінії винесення, проведеної від зображення відповідної складової частини);
- *«Позначення»* – позначення із графи (2) основного напису креслення відповідної складової частини виробу (не заповнюють для складових частин виробу, креслення яких не виконувалися);
- *«Найменування»* – найменування складової частини виробу (для розділу стандартних виробів треба записувати стандартні найменування виробів і наводити позначення стандартів);
- *«Кіл.»* – кількість виробів.
- *«Найменування і марка матеріалу»* – стандартну скорочену назву марки матеріалу, без посилання на стандарт (для складальних одиниць можна не заповнювати).

На загальному вигляді зверху необхідно показати дійсне розташування люків, штуцерів, патрубків, бобишок і т.п. При відсутності вигляду зверху треба накреслити його схему, над якою розміщують напис типу *«Схема розташування штуцерів»,* а в технічних вимогах на кресленні обов’язково вказати: *«Дійсне розташування штуцерів ... див. за схемою (видом Б і т.п.)»*

Таблицю штуцерів виконують за формою відповідно до рисунка 3.36.

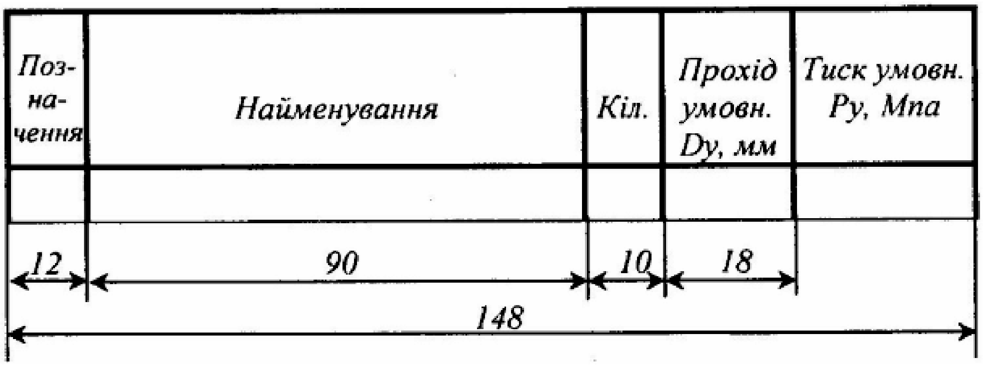


Рис. 3.36. Форма таблиці штуцерів

Таблиця повинна мати заголовок *«Таблиця штуцерів».* У таблицю штуцерів записують:

- у графу *«Позначення»* – літерні позначення штуцера;
- у графу *«Найменування»* – назва (призначення) штуцера;
- у графу *«Кіл.»* – кількість однакових за розмірами і призначенням штуцерів.

Інші графи таблиці штуцерів заповнюють відповідно до їх найменування.

Технічну характеристику на кресленні загального вигляду виробу виконують з урахуванням вимог ГОСТ 2.316-68 і розташовують тільки на першому аркуші креслення. Над текстом розміщають напис *«Технічна характеристика».* Напис підкреслювати не слід.

На кресленні технічну характеристику розміщують над технічними вимогами. Залежно від призначення виробу, у технічній характеристиці на кресленні загального вигляду вказують призначення, параметри, умови роботи, характеристику робочого середовища й інші необхідні дані.

Елементи креслення загального вигляду (номера позицій, текст технічних вимог, напису та ін.) виконують за правилами, установленим стандартами ЄСКД для робочих креслень.

Робочі креслення виконують з огляду на вимоги стандартів ЄСКД класифікаційних груп 3 і 4.

Відповідно до ГОСТ 2.109-73 при розробці робочих креслень передбачають:

- оптимальне застосування стандартних і покупних виробів, а також виробів, освоєних виробництвом з відповідним сучасним рівнем техніки;
- раціонально обмежену номенклатуру різьблень, шліців та інших конструктивних елементів, їхніх розмірів, покриттів і т.д.;
- раціонально обмежену номенклатуру марок і сортаментів матеріалів, а також застосування найбільш дешевих і найменш дефіцитних матеріалів;
- необхідний ступінь взаємозамінності, найвигідніші способи виготовлення і ремонту виробів, а також їхня максимальна зручність обслуговування в експлуатації.

На кресленнях допускається давати посилання на міждержавні, державні, галузеві стандарти і технічні умови, якщо вони повністю і однозначно визначають відповідні вимоги. При посиланнях у кресленнях виробів серійного і ма-

сового виробництва на технічні умови останні повинні бути зареєстровані у встановленому порядку в державах, де державна реєстрація технічних умов обов'язкова. Допускається давати посилання на технологічні інструкції, коли вимоги, установлені цими інструкціями, є єдині, що гарантують необхідну якість виробу. При цьому вони повинні бути прикладені до комплекту конструкторської документації на виріб при передачі її іншому підприємству. На кресленнях виробів допоміжного виробництва допускається давати посилання на стандарти підприємств (об'єднань).

Не допускається давати посилання на окремі пункти стандартів, технічних умов і технологічних інструкцій. При необхідності на кресленні дають посилання на весь документ або на окремий його розділ. Не допускається давати посилання на документи, що визначають форму і розміри конструктивних елементів виробів (фаски, канавки і т.п.), якщо у відповідних стандартах немає умовної позначки цих елементів. Усі дані для їхнього виготовлення повинні бути наведені на кресленнях. На робочих кресленнях не допускається поміщати технологічні вказівки. У вигляді виключення допускається:

– вказувати способи виготовлення і контролю, якщо вони є єдиними, що гарантують необхідну якість виробу, наприклад, спільна обробка, спільна гнучка або розвальцьовування і т.п.;

– давати вказівки на вибір виду технологічної заготівлі (виливка, кування і т.п.);

– указувати певний технологічний прийом, що гарантує забезпечення окремих технічних вимог до виробу, які неможливо виразити об'єктивними показниками або величинами, наприклад, процес старіння, вакуумне просочення, технологія склеювання, контроль, сполучення плунжерної пари та ін.

Для виробів основного одиничного і допоміжного виробництва на кресленнях, призначених для використання на конкретному підприємстві, допускається поміщати різні вказівки за технологією виготовлення і контролю виробів.

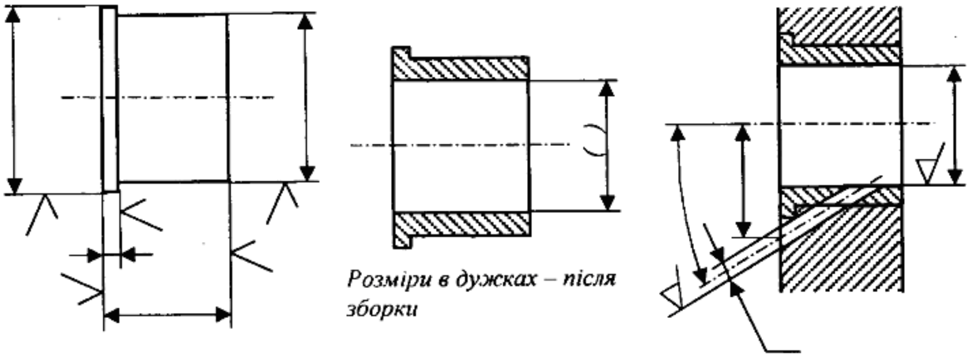
На кресленнях застосовують умовні позначки (знаки, лінії, буквені і буквено-цифрові позначення), установлені в державних стандартах, без роз'яснення їх на кресленні і без вказівки номера стандарту. Виключення становлять умовні позначки, у яких передбачено вказувати номер стандарту, наприклад отвір центровий С 12 ГОСТ 14034-74.

Якщо в державних стандартах немає відповідних умовних позначок, то застосовують умовні позначки, установлені в галузевих стандартах з обов'язковим посиланнями на них. Допускається застосовувати умовні позначки, не передбачені в державних і галузевих стандартах. У цих випадках умовні позначки роз'ясняють на полі креслення. Розміри умовних знаків, не встановлені в стандартах, визначають з урахуванням наочності і ясності креслення та витримують однаковими при багаторазовому повторенні.

На робочому **кресленні виробу** відповідно до рис. 3.37 указують розміри, граничні відхилення, шорсткість поверхонь і інші дані, яким воно повинне відповідати перед зборкою. Виключення становить випадок, коли при виготовленні виробу передбачається припуск на наступну обробку окремих елементів.

Розміри, граничні відхилення і шорсткість поверхонь елементів виробу, що виходять у результаті обробки в процесі зборки або після неї, указують на складальному кресленні відповідно до рис. 3.37.

Виріб, при виготовленні якого передбачається припуск на наступну обробку окремих елементів у процесі зборки, зображують на кресленні з розмірами, граничними відхиленнями й іншими даними, яким воно повинне відповідати після остаточної обробки. Відповідно до рисунка 3.37 такі розміри беруть у круглі дужки, а в технічних вимогах роблять запис типу: «Розміри в дужках - після зборки».



а *б* *в*

Рис. 3.37. Вказівка розмірів, граничних відхилень і шорсткості на робочих кресленнях: *а* – на кресленні виробу перед зборкою; *б* – на кресленні виробу із припуском на обробку в процесі зборки; *в* – на складальному кресленні виробу

На робочих кресленнях виробів, що піддають покриттю, указують розміри і шорсткість поверхні до покриття. Допускається вказувати одночасно розміри і шорсткість поверхні до і після покриття.

Виділення **технологічних вузлів** виконують на ключовому етапі проектування технології виробництва – розробки **принципової технологічної схеми** виробництва (проектного документа, що визначає склад обладнання, технологічні зв’язки і самостійні елементи хімічного виробництва).

За ГОСТ 21.401-88 технологічний вузол – конструктивно або технологічно відособлена частина об’єкта будівництва, технічна готовність якого дозволяє автономно, не залежно від готовності об’єкта в цілому, проводити пуско-налагоджувальні роботи, індивідуальні випробування і комплексне апробування цієї частини об’єкта.

У технологічні вузли, як правило, виділяють стадії технологічного процесу. На технологічній схемі – це апарат (машина) або група апаратів (машин) з обв’язувальними трубопроводами і трубопровідною арматурою, у яких починається і повністю закінчується один з технологічних процесів.

Технологічну схему виробництва в цілому можна розглядати як сукупність таких вузлів.

Креслення технологічної схеми виконують з максимальними спрощеннями за правилами виконання робочих креслень схеми з’єднань (монтажної) за ГОСТ 21.401 - 88.

Принципова схема включає зображення обладнання, трубопроводів (технологічних зв’язків), арматури і елементів, що мають самостійне функціональне призначення (рис. 3.38).

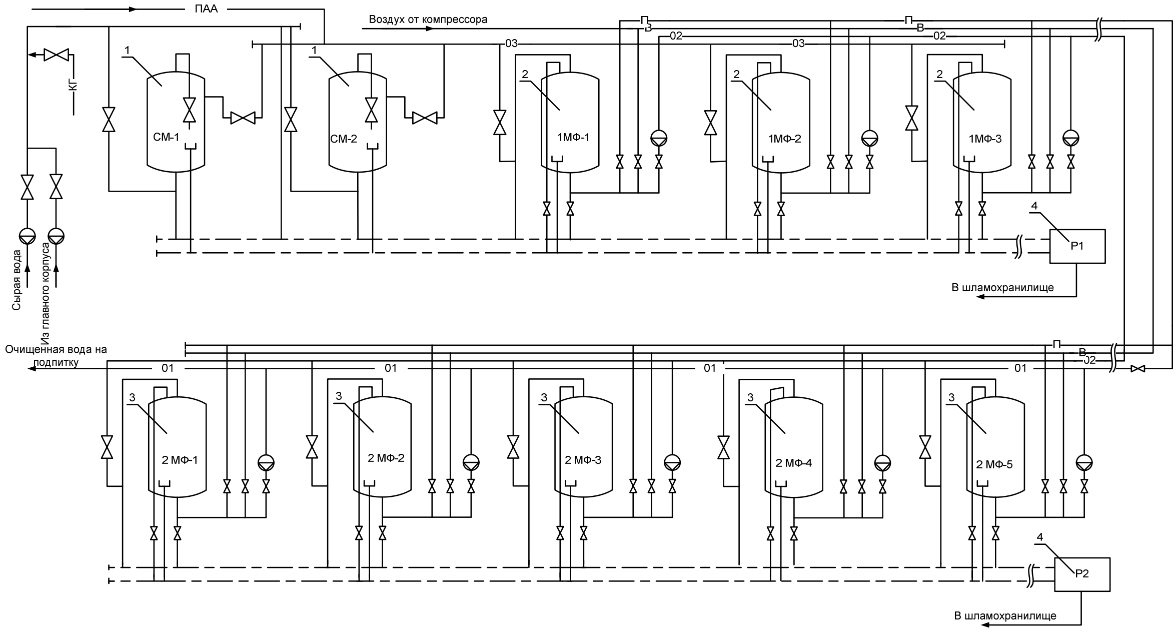


Рис. 3.38. Технологічна схема механічної очистки води в фільтрах ФОВ

Обладнання зображують стандартними умовними графічними позначеннями (стандарти ЭСКД, група 7), що відбивають принцип дії машин і апаратів. Розміри таких позначень не встановлені. Співвідношення розмірів повинні відповідати співвідношенням, наведеним у стандартах.

Якщо немає необхідності у поясненні специфічних особливостей елементів і пристроїв, їх зображують за допомогою спрощених зовнішніх обрисів або застосовують загальне позначення, зокрема, за функціональними ознаками за ГОСТ 2.793-79.

Умовне графічне позначення обладнання у вигляді зображення його конструктивного обрису, що виконують без дотримання масштабу, але і без різкого порушення співвідношення габаритних розмірів, використовують при відсутності стандартного позначення, а за галузевими вимогами – у всіх випадках, що, з урахуванням відзначеного вище, не суперечить стандартам.

При цьому на зображенні обладнання показують основні технологічні штуцера, люки, входи і виходи основних робочих середовищ і продуктів. Фланцеві з’єднання не показують, крім фланців штуцерів апаратів, місць установки заглушок між фланцями і кінцевими заглушками, а також у випадках, коли фланці обов’язкові за особливими умовами (очищення, пропарювання і т.п.). У випадку великої кількості штуцерів на кришці апарата їх указують на лінії, що торкається вищої точки кришки.

Технологічну схему описують за всіма стадіями (технологічними вузлами). В описі вказують: позиції за кресленням технологічної схеми, короткі характеристики (конструктивні елементи, ємність, поверхня і т.д., матеріальне виконання) апаратів і машин, порядок і умови завантаження сировини, ведення технологічного процесу і вивантаження продуктів.

Архітектурно-будівельні робочі креслення виконують згідно з вимогами ГОСТ 21.101, а також стандарту ДСТУ Б А.2.4-7-95 (ГОСТ 21.501 -93).

Робочі креслення архітектурних рішень і будівельних конструкцій, які призначені для виробництва будівельних і монтажних робіт, виконують у складі основних комплектів, яким присвоюють марки згідно з вимогами ГОСТ 21.101.

За робочими кресленнями марки АР, при необхідності, складають специфікацію устаткування згідно з вимогами ГОСТ 21.110.

На архітектурно-будівельних кресленнях вказують характеристики точності геометричних параметрів будинків, споруд, конструкцій і їх елементів згідно з вимогами ГОСТ 21.113.

Вимоги до точності функціональних геометричних параметрів будинків, споруд і конструкцій повинні бути ув'язані з вимогами до точності виготовлення виробів (елементів конструкцій), розбивання осей і встановлення елементів конструкцій шляхом розрахунку точності згідно з вимогами ГОСТ 21780.

На архітектурно-будівельних робочих кресленнях (на зображеннях фундаментів, стін, перегородок, перекрить) вказують прорізи, борозни, ніші, гнізда і отвори з необхідними розмірами і прив'язками.

До складу основного комплекту робочих креслень архітектурних рішень включають:

а) загальні дані з робочих креслень;

б) плани поверхів, в тому числі підвалу, технічного підпідлогового простору, технічного поверху і горища;

в) розрізи;

г) фасади;

д) плани підлог (при необхідності);

е) план покрівлі (даху);

ж) схеми розміщення елементів збірних перегородок;

и) схеми розміщення елементів заповнення віконних і інших прорізів;

к) виносні елементи (вузли, фрагменти);

л) специфікації до схем розміщення згідно з вимогами ГОСТ 21.101.

При виконанні **плану поверху** положення уявної горизонтальної січної площини розрізу приймають на рівні віконних прорізів або на 1/3 висоти поверху, що зображується.

У випадках, коли віконні прорізи розміщені вище січної площини, по периметру плану розміщують переріз відповідних стін на рівні віконних прорізів.

На плани поверхів наносять:

а) координаційні осі будинку (споруди);

б) розміри, що визначають відстань між координаційними осями і прорізами, товщину стін і перегородок, інші необхідні розміри, відмітки ділянок, які розміщені на різних рівнях;

в) лінії розрізів проводять, як правило, з таким розрахунком, щоб у розріз попадали прорізи вікон, зовнішніх воріт і дверей;

г) позиції (марки) елементів будинків (споруд), заповнення прорізів воріт

і дверей (крім тих, що входять до складу щитових перегородок), перемичок, сходів і таке інше.

Допускається позиційне позначення прорізів воріт і дверей вказувати в кружках діаметром 5 мм;

д) позначення вузлів і фрагментів планів;

е) назва приміщень (технологічних ділянок), їх площі, категорії за вибухопожежною і пожежною безпекою (крім житлових будинків).

Площі проставляють в нижньому правому куті приміщення (технологічної ділянки) і підкреслюють. Категорії приміщень (технологічних ділянок) проставляють під їх найменуванням в прямокутнику розміром 5 x 8 (h) мм.

Вбудовані приміщення і інші ділянки будинку (споруди), на які виконують окремі креслення, зображують схематично суцільною тонкою лінією з показом несучих конструкцій.

Площадки, антресолі й інші конструкції, розміщені вище січної площини, зображують схематично штрихпунктирною тонкою лінією з двома крапками.

Приклад виконання плану поверхів будинку наведений на рис. 3.39.

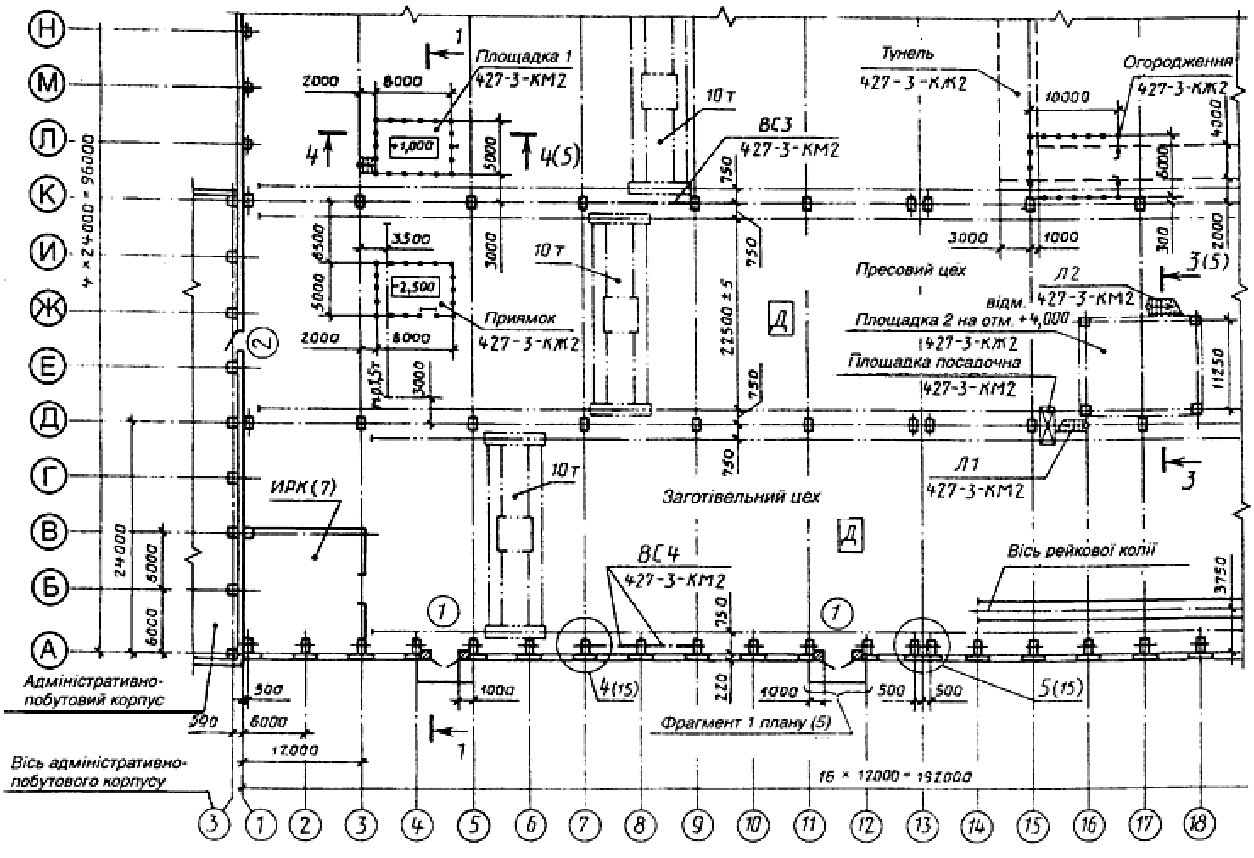


Рис. 3.39. Приклад виконання плану одноповерхової виробничої будівлі за ДСТУ Б А.2.4-7-95

Лінії контурів елементів конструкцій в **розрізі** зображують суцільною товстою основною лінією, лінії контурів, які видно, але вони не попадають в площину перерізу, – суцільною тонкою лінією.

На розрізи і фасади наносять:

а) координаційні осі будинку (споруди), які проходять в характерних місцях розрізу і фасаду (крайні, біля деформаційних швів, несучих конструкцій, в місцях перепаду висот та інше), з розмірами, що визначають відстань між ними (тільки на розрізах) і загальну відстань між крайніми осями;

б) відмітки, які характеризують розміщення елементів несучих і огороджувальних конструкцій по висоті;

в) розміри і прив’язка – по висоті прорізів, отворів, ніш і гнізд у стінах і перегородках, які зображені в розрізах;

г) позиції (марки) елементів будинків (споруд), які не вказані на планах.

На фасадах вказують також типи заповнення віконних прорізів, матеріал окремих ділянок стін, який відрізняється від основних матеріалів.

Допускається типи віконних прорізів вказувати на планах поверхів;

д) позначення вузлів і фрагментів розрізів і фасадів.

Приклад виконання розрізів фасадів і їх фрагментів – на рис. 3.40.

На **плани підлоги** наносять:

а) координаційні осі: крайні біля деформаційних швів, по краях ділянок з відмінними конструктивними та іншими особливостями і з розмірними прив’язками таких ділянок;

б) позначення ухилів підлоги;

в) тип підлоги. Позначення типу підлоги проставляють в кружку діаметром 7 мм:

г) позначки в місцях перепадів підлоги. Стіни будинків (споруд) і перегородки на планах підлоги зображують однією суцільною товстою основною лінією.

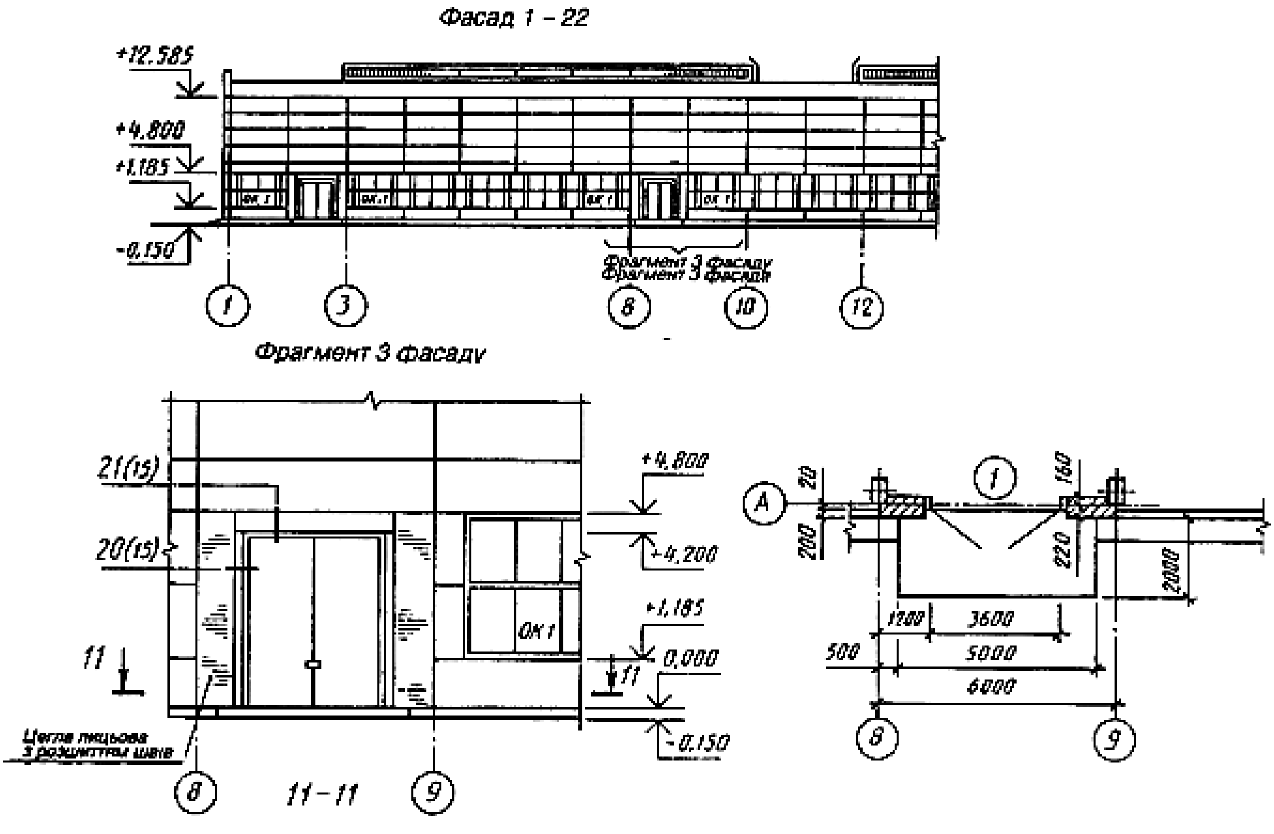


Рис. 3.40. Приклад виконання фасаду і фрагмента одноповерхової виробничої будівлі за ДСТУ Б А.2.4-7-95

На планах підлоги вказують елементи будинку (споруди) і пристрої, які впливають на конструкцію підлоги (прорізи воріт і дверей, деформаційні шви, канали, трапи і т. інше), межі ділянок з відмінною конструкцією підлоги.

Деформаційні шви зображують двома тонкими суцільними лініями, межі ділянок підлоги – пунктирними лініями.

Плани підлоги допускається суміщати з планами поверхів.

До плану підлоги складають експлікацію підлоги.

На **план покрівлі (даху)** наносять:

а) координаційні осі: крайні, біля деформаційних швів, по краях ділянок покрівлі (даху) з різними конструктивними та іншими особливостями з розмірними прив'язками таких ділянок;

б) позначення ухилів покрівлі;

в) відмітки або схематичний поперечний профіль покрівлі;

г) позиції (марки) елементів і пристроїв покрівлі (даху).

На плані покрівлі (даху) вказують деформаційні шви двома тонкими лініями, парапетні плити та інші елементи огородження покрівлі (даху), воронки, дефлектори, вентшахти, пожежні сходи та інші елементи і пристрої, які вказувати і маркувати на інших кресленнях недоцільно.

Приклад виконання плану покрівлі наведений на рис. 3.41.

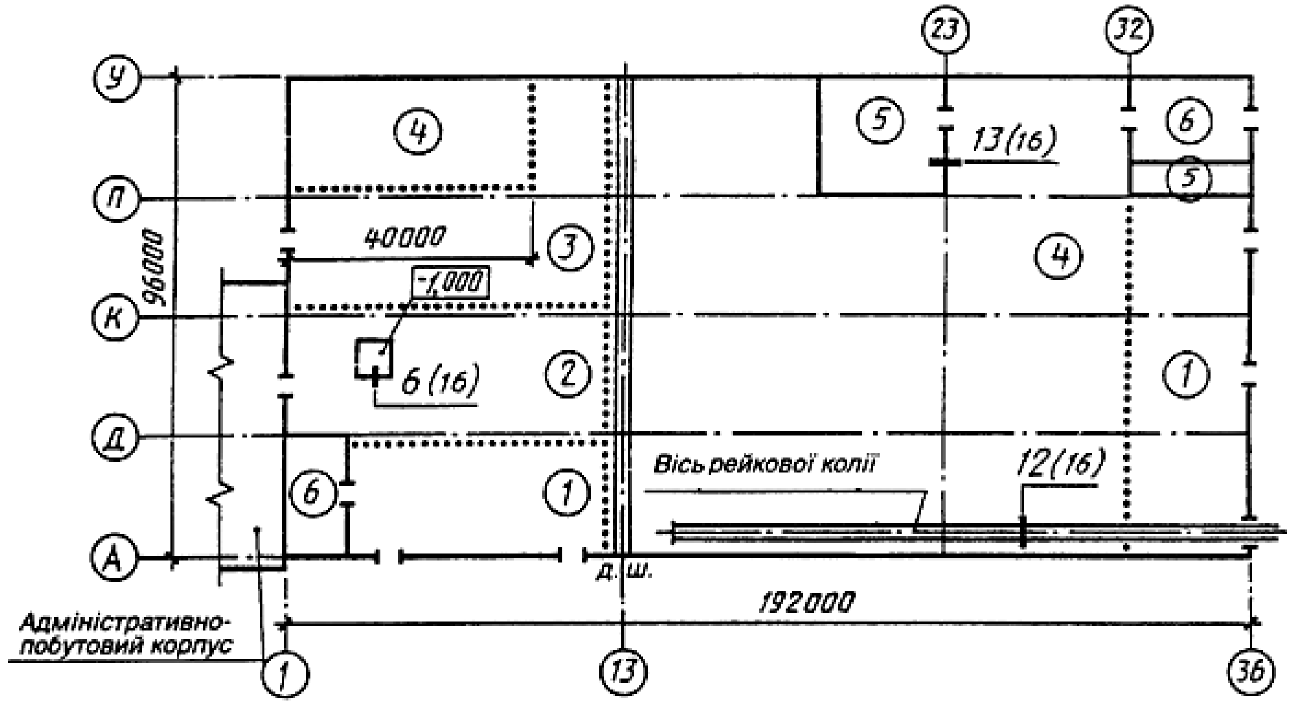


Рис. 3.41. Приклад виконання плану покрівлі

Допускається схему розміщення елементів збірних перегородок суміщати з планами поверхів.

Приклад виконання схеми розміщення елементів збірних перегородок наведений на рис. 3.42.

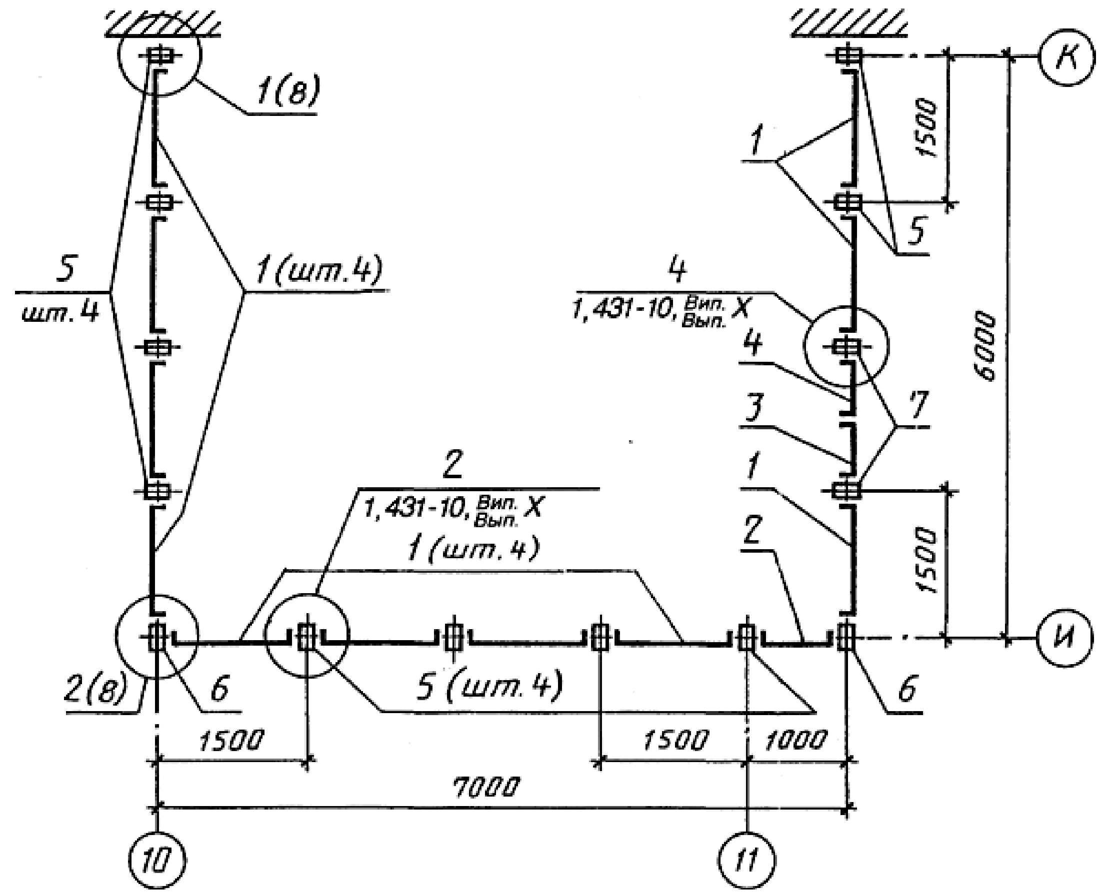


Рис. 3.42. Приклад виконання схеми розміщення елементів збірних перегородок

Схему розміщення елементів заповнення віконних прорізів складають на заповнення кожного типу. Суцільне заповнення між двома суміжними координаційними осями вважають як заповнення одного типу.

При комплектному постачанні панелей із заповненими прорізами схему розміщення елементів заповнення не виконують.

До складу основного комплекту робочих креслень будівельних конструкцій (далі конструкцій) включають:

а) загальні дані з робочих креслень;

б) схеми розміщення елементів конструкцій;

в) специфікації до схем розміщення елементів конструкцій.

До складу робочих креслень монолітних залізобетонних конструкцій додатково включають:

а) схеми армування монолітних залізобетонних конструкцій;

б) відомість витрати сталі на монолітні конструкції.

У відомість не включають стандартні вироби – дюбелі, болти, шайби та інше.

До складу загальних даних з робочих креслень крім даних, передбачених ГОСТ 21.101, включають:

а) дані про навантаження і впливи, прийняті для розрахунку конструкцій будинків або споруд;

б) дані про ґрунти (підвалини), рівень і характер ґрунтових вод, глибину промерзання;

в) вказівки про заходи з влаштування підготовки під фундаменти і про особливі умови виконання робіт;

г) дані про заходи з антикорозійного захисту конструкцій (при відсутності основного комплекту робочих креслень марки А3);

д) вказівки про заходи при виконанні робіт у зимовий час.

Контрольні запитання та завдання для самостійної роботи

1. Яким чином визначається місце розташування майбутнього інженерного об'єкта?
2. Склад та дії комісії з вибору будівельного майданчика.
3. Яку структуру має генеральний план підприємства?
4. Які вимоги висувають до матеріалів, що використовують для виготовлення природозахисних споруд?
5. За якими принципами відбувається поділ території підприємства на зони при складанні генплану?
6. За якими принципами проектують інженерні мережі і технологічні трубопроводи?
7. Що розуміється під компонуванням цеху або його об'ємно-планувальним рішенням?
8. Порівняйте особливості відкритого та закритого способів компанування.
9. Як виконується проектування розміщення технологічного устаткування?
10. Які існують з'єднання труб в технологічних трубопроводах?
11. Яким чином компенсується температурне подовження трубопроводів?
12. За якими принципами обирають трубопровідну арматуру?
13. Які конструкції трубопровідної арматури застосовують на виробництві?

4. ОСНОВИ САПР

Історично автоматичні та автоматизовані системи проектування з’явились одночасно із появою комп’ютерів, що цілком природно, адже комп’ютер став потужним інструментом інтелектуальної діяльності людини. Перші автоматизовані системи проектування (50-ті роки минулого сторіччя) були обмежені окремими галузями і використовувались для полегшення графічної роботи, конструювання нескладних деталей, оформлення конструкторської документації, підготовки технологічних процесів. Автоматизовані системи проектування та підготовки технологічного процесу почали широко використовуватись із поширенням у 60–70 рр. двадцятого сторіччя верстатів із програмним керуванням та роботів, а пізніше гнучких автоматизованих ліній та виробництв. Цифрові ЕОМ також почали використовувати в автоматизованих системах управління виробничими процесами, диспетчеризації, обліку та руху деталей та матеріалів. Згодом, із удосконаленням і розширенням функцій комп’ютерів, вони почали використовуватись для автоматизації науково-дослідних робіт.

4.1. Загальне поняття про САПР

У більшості західних програм автоматизованого проектування в назві присутня абревіатура **CAD,** яка розшифровується як Computer Aided Design, або Computer Aided Drafting (проектування або конструювання за допомогою ЕОМ, або креслення за допомогою ЕОМ). Інші абревіатури: **CAE** (Computer-aided engineering – загальна назва для програм або програмних пакетів, призначених для інженерних розрахунків, аналізу і симуляції фізичних процесів); **CAM** – (Computer Aided Manufacturing, використовуються у назві програм для керування виробництвом та рухом матеріалів). У Радянському Союзі стала поширеною абревіатура **САПР,** тобто система автоматизованого проектування.

Зараз у світі розроблено багато систем автоматичного проектування та дослідження. Деякі з них мають універсальне призначення, наприклад **MathCAD, AutoCAD, MatLab, Microsoft Excel, Microsoft Access, LABVIEW.** Зараз набули поширення програми конструювання із використанням об’ємного креслення (так звані 3D-системи, які працюють у трьохвимірній Декартовій системі координат), програми з використанням **анімації,** тобто придання властивостей руху різним об’єктам, деталям.

Є також багато прикладних програм більш вузького, галузевого призначення, наприклад програми для креслення та читання електричних та електронних схем, для розробки друкованих плат.

Електротехнічні фірми (спочатку світові гіганти, а далі практично всі) створюють власне програмне забезпечення для автоматизованого проектування систем автоматизації промислового обладнання із використанням електричних машин, напівпровідникових перетворювачів, контактних апаратів та елементної бази виробництва саме цієї фірми.

Із розповсюдженням мікропроцесорних та мікроконтролерних систем керування функції механізмів та апаратів стали настільки складними, що можуть бути спроектовані, проконтрольовані і введені в експлуатацію тільки за допомогою комп'ютерів. Зараз будь-яка електронна техніка, починаючи від побутового до промислового призначення, має фірмовий програмний супровід, розташований безпосередньо у самому приладі або на зовнішньому носії інформації.

Автоматизоване проектування (computer-aided design – CAD) є технологією суть якої полягає у використанні комп'ютерних систем для полегшення створення, змін, аналізу і оптимізації проектів. Таким чином, будь-яка програма, що працює з комп'ютерною графікою, так само як і будь-яке застосування , що використовується в інженерних розрахунках, належить до систем автоматизованого проектування. До складу засобів CAD відносять геометричні програми для роботи з формами, а також спеціалізовані застосування для аналізу і оптимізації. До цих засобів також відносять програми для аналізу допусків, розрахунку масо-інерційних властивостей, моделювання методом кінцевих елементів і візуалізації результатів аналізу. Найголовніша функція CAD – визначення геометрії конструкції (деталі механізму, архітектурних елементів, електронної схеми, плану будівель і т. п.), оскільки геометрія визначає всі подальші етапи життєвого циклу виробу. Для цієї мети зазвичай використовуються системи розробки робочих креслень і геометричного моделювання. Тому вони вважаються системами автоматизованого проектування. Крім того, геометричні параметри, які визначені у цих системах, можуть використовуватися як основа для подальших операцій в системах CAE і CAM. До переваг засобів CAD відносять: економію часу, скорочення кількості помилок пов'язаних з необхідністю визначати геометрію конструкції. Таким чином, системи автоматизованої розробки робочих креслень і системи геометричного моделювання є найбільш важливими компонентами автоматизованого проектування.

Автоматизоване виробництво (computer-aided manufacturing – CAM) – це технологія, що полягає у використанні комп'ютерних систем для планування, управління і контролю операцій виробництва через прямий або непрямий інтерфейс з виробничими ресурсами підприємства. Одним з найбільш широко застосовуваних підходів до автоматизації виробництва є числове програмне управління (ЧПУ, numerical control – NC). ЧПУ полягає у використанні запрограмованих команд для управління верстатом, який може шліфувати, різати, фрезерувати, штампувати, згинати та іншими способами перетворювати заготовки на готові деталі. Зараз комп'ютери здатні генерувати великі програми для верстатів з ЧПУ на підставі геометричних параметрів виробів з бази даних CAD і додаткових відомостей, що надаються оператором. Напрям розвитку у цій галузі полягає у скороченні необхідності втручання оператора.

Ще одна важлива функція систем автоматизованого виробництва – програмування роботів, які можуть працювати на гнучких автоматизованих дільницях, вибираючи і встановлюючи інструменти проводячи обробку на верстатах з ЧПУ. Роботи можуть виконувати власні завдання, наприклад зварювання, збірка і перенесення устаткування і деталей по цеху.

Планування процесів може визначати послідовність операцій з виготовленню пристрою від початку і до кінця на всьому необхідному устаткуванні. Хоча повністю автоматизоване планування процесів практично неможливе, але план обробки конкретної деталі цілком може бути сформований автоматично, якщо вже є плани обробки аналогічних деталей. Для цього була розроблена технологія групування, що дозволяє об'єднувати схожі деталі в сімейства. Деталі вважаються подібними, якщо вони мають загальні виробничі особливості (вузли, пази, отвори і т. д.). Для автоматичного виявлення схожості деталей необхідно, щоб база даних CAD містила відомості про такі особливості. Це завдання здійснюється за допомогою об'єктно-орієнтованого моделювання або розпізнавання елементів.

Поєднання функцій CAD та CAM у CAD/CAM-системах забезпечує одночасне рішення завдань конструкторського й технологічного проектування. Ці системи містять комплексні засоби як для побудови й випуску креслень, так і для автоматизованого керування виробництвом.

Автоматизоване конструювання (computer-aided engineering – CAE) – полягає у використанні комп'ютерних систем для аналізу геометрії CAD, моделювання і вивчення поведінки виробу для удосконалення і оптимізації його конструкції. Засоби CAE можуть здійснювати багато різних варіантів аналізу. Програми для кінематичних розрахунків, здатні визначати траєкторії руху і швидкості ланок в механізмах. Програми динамічного аналізу можуть використовуватися для визначення навантажень і зсувів у складних пристроях типу автомобілів. Програми верифікації і аналізу логіки і синхронізації імітують роботу складних електронних ланцюгів.

Зі всіх методів комп'ютерного аналізу найширше в конструюванні використовується *метод кінцевих елементів* (finite-element method – FEM). З його допомогою розраховуються напруженість, деформації, теплообмін, розподіл магнітного поля, потоки рідин та інші завдання з безперервними середовищами, вирішувати які будь-яким іншим методом непрактично. У методі кінцевих елементів аналітична модель структури є поєднанням великої кількості однотипних елементів завдяки чому вона розбивається на окремі частини, які вже можуть оброблятися комп'ютером.

Крім згаданих вище засобів, існує багато програмних застосувань для оптимізації конструкцій. Хоча програми оптимізації можуть бути віднесені до класу CAE, зазвичай їх розглядають окремо. У цих підходах початкова форма конструкції передбачається простою, як, наприклад, у прямокутного двовимірного об'єкта, що складається з невеликих елементів різної густини. Потім виконується процедура оптимізації, що дозволяє визначити конкретні значення густини та досягти певної мети з урахуванням обмежень на напруженість. Після

визначення оптимальних значень густини розраховується оптимальна форма об'єкта.

Перевагами *методів аналізу і оптимізації* конструкцій є те, що вони дозволяють конструктору побачити поведінку кінцевого виробу і виявити можливі помилки ще до створення і тестування реальних прототипів, уникнувши певних витрат. Це призводить до скорочення термінів і вартості розробки, оскільки вартість конструювання на останніх стадіях розробки і виробництва продукту є значною.

Таким чином, технології CAD, CAM і CAE полягають в автоматизації і підвищенні ефективності конкретних стадій життєвого циклу виробу. Розвиваючись незалежно, ці системи потребують інтеграції процесів проектування і виробництва. Для вирішення цієї проблеми була запропонована нова технологія, що одержала назву *комп'ютерно-інтегрованого виробництва* (computer-integrated manufacturing – CIM).

Поряд з системами CAD, CAM і CAE до САПР входять системи для організації електронного документообігу на підприємствах PDM (Product Data Management)

Технологія CIM передбачає використання комп'ютерної бази даних для ефективнішого управління всім підприємством, зокрема бухгалтерією, плануванням, доставкою та іншими завданнями, а не тільки проектуванням і виробництвом, які охоплювалися системами CAD, CAM і CAE. CIM часто називають філософією бізнесу, а не комп'ютерною системою.

4.2. Структура САПР

Узагальнено структуру САПР можна представити у вигляді функціональної і забезпечувальної частин (рис. 4.1).

Функціональна частина САПР на схемі подана у вигляді набору підсистем, що вирішують питання проектування: технологічної підготовки виробництва, моделювання, інформаційного пошуку, інженерних розрахунків, управління, випробувань, виготовлення, машинної графіки. Підсистеми є основними структурними ланками САПР і розрізняються за призначенням і за відношенням до об'єкта проектування.

Кожна з підсистем САПР може бути визначена як комплекс програмних засобів, призначених для виконання певного процесу проектування, а програмні компоненти взаємопов'язані з технічними засобами САПР.

Існуючий вітчизняний і зарубіжний досвід у галузі автоматизації проектування свідчить про те, що розробка, впровадження і ефективне використання програмних комплексів, призначених для автоматизації процесу проектування і реалізованих на базі сучасних ЕОМ, вимагають комплексного рішення широкого спектру питань: організаційних, технічних, математичних, програмних, лінгвістичних, інформаційних та ін. Вирішення цих проблем базується на відповідних видах забезпечення. Складність розробок великих комплексів взаємопов'язаних програм полягає в тому, що ефективність вирішення кожної конкретної проблеми визначається на завершальному етапі роботи, коли вся або біль-

ша частина системи починає функціонувати; це зумовлює складність створення високоефективних програмних комплексів при первинній розробці. Система стає дієвою тільки у процесі створення, випробування і удосконалення.

Підсистема інформаційного пошуку – це комплекс мовно-алгоритмічних засобів, призначений для зберігання і пошуку у певній множині елементів (документів, стандартів, норм, креслень виконаних конструкцій, патентів, характеристик матеріалів і т.п.) та представлення інформації, що відповідає на запит.



Рис. 4.1. Структурна схема САПР

Підсистема інженерних розрахунків разом з *підсистемою машинної графіки* зазвичай застосовується на початковому етапі створення САПР і є сукупністю програмних засобів, призначених для виконання різних розрахунків (геометричних, на міцність та ін.) у режимі діалогу «людина-машина». Робота розвиненої підсистеми інженерних розрахунків тісно пов'язана з використанням різного роду математичних моделей проектованих об'єктів або процесів, для автоматизованого отримання яких призначена *підсистема моделювання.* Більшість сучасних САПР, крім обчислювальних засобів, включає широкий спектр можливостей для введення, обробки, зберігання і виведення графічної інформації, що реалізуються програмними засобами підсистеми машинної графіки.

Підсистема випробувань є комплексом програмних засобів, призначених для створення програм управління випробувальним устаткуванням, обробки результатів випробувань, проведення «числового експерименту» з використанням математичних моделей об'єкта проектування і процесу його навантаження. Чисельний експеримент дуже важливий в процесі проектування, оскільки дозволяє визначити властивості проектованого об'єкта без виготовлення дослідних зразків і дає змогу відразу відмовитися від безперспективних варіантів, що значно зменшує витрати часу і матеріальних засобів на створення об'єкта.

Підсистема виготовлення призначена підготувати програми для верстатів і автоматичних ліній з числовим програмним управлінням.

Підсистема технологічної підготовки виробництва, як правило, виходить за рамки САПР і є самостійною системою (АСТПВ – автоматизована система технологічної підготовки виробництва).

Підсистема управління призначена для об'єднання роботи інших підсистем на різних етапах процесу проектування і виконання функцій координатора у колективному процесі ухвалення рішень.

Не обов'язково в кожній САПР повинен бути представлений весь набір функціональних підсистем – вони можуть поєднуватися довільно, залежно від завдань, що стоять перед системою. Необхідно відзначити, що всі функціональні підсистеми тісно взаємопов'язані, тому часто неможливо провести між ними чіткі межі. Так підсистема машинної графіки може видавати результати у вигляді програми для устаткування з числовим програмним управлінням, що безпосередньо пов'язує її з підсистемами технологічної підготовки виробництва і виготовлення. А підсистема машинної графіки може видавати замість креслень розкрій листового матеріалу, що поєднує її з підсистемою виготовлення.

Деякі підсистеми залежно від ступеня їх розвитку або призначення можуть існувати як самостійні системи (наприклад, інформаційно-пошукові системи, графічні та ін.).

Забезпечувальна частина – це технічні засоби і документи на машинних та інших інформаційних носіях, які необхідні у процесі проектування.

На відміну від функціональної забезпечувальна частина повинна входити в систему всіма своїми компонентами навіть у разі різного ступеня досконалості кожної з них. За відсутності будь-якої складової забезпечувальної частини не можна говорити про існування САПР у цілому, оскільки всі компоненти тісно взаємопов'язані.

Технічне забезпечення САПР є сукупністю взаємопов'язаних і взаємодіючих технічних засобів, що включають ЕОМ і призначені для виконання автоматизованого проектування зовнішні пристрої, що працюють під її керуванням. Технічне забезпечення поділяється на групи засобів програмної обробки даних (процесори і запам'ятовуючі пристрої, у яких реалізуються перетворення даних і програмне управління обчисленнями), підготовки, введення і відображення даних (для обміну даними між користувачем і ЕОМ), виводу, зберігання і передачі даних (запам'ятовуючі, друкуючі та інші графічні пристрої і засоби зв'язку з віддаленими терміналами).

Математичне забезпечення САПР об'єднує опис математичних моделей проектованих об'єктів і математичних методів, реалізованих у САПР. Елементи математичного забезпечення надзвичайно різноманітні. Серед них є інваріантні елементи. До них відносяться принципи побудови функціональних моделей, методи числового розв'язання алгебраїчних і диференціальних рівнянь, постановки і вирішення задач на визначення екстремуму та ін.

Програмне забезпечення САПР є описом алгоритмів проектування, використаних у САПР, а також документів з вихідними текстами програм, програмами на машинних носіях і експлуатаційними документами.

Інформаційне забезпечення САПР об'єднує різні дані, необхідні для виконання автоматизованого проектування, які можуть бути представлені у вигляді документів на різних носіях, що містять відомості довідкового характеру про матеріали, комплектуючі вироби, типові проектні рішення, параметри елементів, відомості про стан поточних розробок у вигляді проектних рішень, параметрів проектованих об'єктів і т.п.

Лінгвістичне забезпечення САПР представлено сукупністю мов, які застосовуються для опису процедур автоматизованого проектування і проектних рішень, а також мовами програмування.

Методичне забезпечення САПР становлять документи, що містять правила проектування в даній системі.

Організаційне забезпечення САПР включає положення, інструкції, накази, штатні розклади, кваліфікаційні вимоги та інші документи, що регламентують організаційну структуру підрозділів проектної організації і взаємодію підрозділів з комплексом засобів автоматизованого проектування.

4.3. Класифікація САПР

Класифікувати САПР можна за такими ознаками:

– за ступенем формалізації вирішуваних задач;
– за функціональним призначенням;
– за спеціалізацією;
– за технічною організацією.

За ступенем формалізації вирішуваних задач САПР можуть бути побудовані на розв'язання:

– повністю формалізованих задач;
– частково формалізованих задач;

– неформалізованих задач.

Системи побудовані на розв'язанні задач, що повністю формалізуються, для проектування складних конструкцій зазвичай не придатні, оскільки математичні моделі об'єктів проектування і процесів їх функціонування настільки складні, що повний і точний їх математичний опис на сьогоднішній день неможливий. Такі системи можуть застосовуватися тільки для вирішення простих задач проектування.

Системи побудовані на вирішенні задач, що не формалізуються, в даний час знаходяться у стадії досліджень і розробки («штучний інтелект») і для проектування також не застосовуються.

Необхідно відзначити, що в обох випадках процес проектування відбувається без втручання людини. Таким чином мова йде не про системи автоматизованого, а автоматичного проектування.

Для вирішення завдань у багатьох галузях промислового виробництва сьогодні придатні тільки системи, які побудовано на рішенні задач, що частково формалізуються.

Безумовно, частина завдань, пов'язаних з проектуванням деяких простих елементів конструкції, може бути вирішена з використанням автоматичного проектування, але для проектування складних агрегатів і систем сьогодні повна автоматизація неможлива. Крім того, якщо йдеться про такі поняття, як форма пристрою, деталі інтер'єру, то на їх конструкцію, крім функціональних вимог (аеродинамічні властивості, ергономіка, безпека) впливають і суб'єктивні чинники, наприклад мода, що також неможливо описати мовою математичних залежностей.

За функціональним призначенням САПР поділяються залежно від вирішуваних задач, визначених складом функціональної частини системи:

– розрахунково-оптимізаційні;
– графічні;
– графоаналітичні;
– інформаційні і т.п.

За спеціалізацією САПР поділяють на спеціалізовані та інваріантні. Оскільки завдання автоматизованого проектування дуже складні, то, як правило, САПР включає спеціалізовані системи, що створюються для вирішення вузьких завдань однієї галузі.

За технічною організацією САПР бувають однорівневі, побудовані на базі однієї достатньо продуктивної ЕОМ з набором необхідних периферійних пристроїв, і багаторівневі, такі, що включають, крім базової ЕОМ, ряд підпорядкованих їй автоматизованих робочих місць (АРМ), що побудовані на основі ЕОМ нижчого рівня.

4.4. Технічні компоненти САПР

Для реалізації комп'ютерно-орієнтованого підходу до проектування і виробництва, описаного вище, потрібне спеціальне апаратне і програмне забезпечення.

Апаратне забезпечення. Графічні пристрої складаються з дисплейного процесора, пристрою відображення або дисплейного пристрою (монітора) і одного або декількох пристроїв введення. Дисплей (монітор) є екраном, на який виводиться графічне зображення, проте виведення конкретного зображення на екран виконується дисплейним процесором. Іншими словами, дисплейний процесор одержує сигнали, якими кодує графічні команди і генерує сигнали управління формуванням необхідного зображення на екрані.

До складу графічних пристроїв зазвичай входить один або декілька пристроїв введення. Крім клавіатури, до них належить миша, спейсбол, цифровий планшет, SD-маніпулятори та інші пристрої (рис. 4.2). Вони покликані забезпечувати інтерактивне маніпулювання формами, даючи користувачеві можливість вводити графічні дані в комп’ютер безпосередньо.



Рис. 4.2. Пристрої введення графічної інформації: *а* – цифровий планшет (диджитайзер) з маніпулятором миша; *б* – спейсбол; *в* – SD-маніпулятор; *г* – маніпулятор типу CadMan

Графічний пристрій має у своїй структурі модуль **комп'ютерної графіки,** призначення якого – побудова й редагування графічних об'єктів, тобто представлення зображення в пам'яті комп'ютера і формування цього зображення на дисплеї. Сучасну комп'ютерну графіку поділяють на растрову, векторну та фрактальну.

Растрові графічні пристрої з'явилися у середині 70-х років XX ст. у результаті широкого розповсюдження телевізійних технологій. З цього часу вони стали основним видом графічних пристроїв завдяки високому співвідношенню «якість – ціна». Растрове зображення складається із крапок (пікселей). Параметри кожної крапки (координати, інтенсивність, колір) описуються у файлі. Звідси – такі величезні розміри файлів, що містять растрові зображення, особливо якщо останні характеризуються високою якістю зображення. Растрові зображення – це блок даних, що містить інформацію про колір кожного пікселя на екрані.

Основні принципи функціонування растрових графічних пристроїв коротко можна описати таким чином. Дисплейний процесор приймає графічні команди, перетворює їх у точкове зображення, або растр, після чого зберігає растр в розділі пам'яті, який називається буфером кадра (frame buffer). Зрозуміти принцип утворення растрового зображення можна, якщо подивитись на зображення з телевізійного екрану зблизька. Розміри точок визначаються встановленою роздільною здатністю. Растрові графічні пристрої повинні зберігати в своїй пам'яті зображення у вигляді растру на відміну від векторних (див. нижче), які зберігають лише дисплейні файли. Тому вимоги до пам'яті у цих двох видів пристроїв відрізняються, як і методи оновлення зображення на екрані.

Векторні графічні пристрої з'явилися у середині 60-х рр. XX ст., складаються з дисплейного процесора, дисплейного буфера пам'яті й електронно-променевої трубки. Векторне зображення представляється у вигляді сукупності відрізків прямих (векторів), а не крапок, які застосовуються в растрових зображеннях. Основні переваги векторного принципу формування зображень перед растровим – це:

– файли векторних зображень мають набагато менший розмір, ніж растрові;

– друк векторних зображень здійснюється швидше;

– масштабування й трансформація векторних зображень не залежні від обмежень та втрати якості зображення.

Основні принципи функціонування векторних графічних пристроїв коротко можна описати таким чином. Дисплейний процесор зчитує дисплейний файл (display list), який є послідовністю кодів, що відповідають графічним командам. Дисплейний файл зберігається в розділі пам'яті, який називається дисплейним буфером (display buffer). Дисплейний процесор здійснює також завантаження дисплейного файлу в дисплейний буфер.

Фрактальна графіка забезпечує автоматичне формування зображень шляхом використання різних математичних розрахунків. Тобто необхідне зображення формується не методами рисування або сканування, а шляхом про-

грамування. Фрактальну графіку часто використовують для створення розважальних програм.

4.5. Конфігурація апаратних засобів

Графічні пристрої, описані вище найчастіше об'єднуються в кластер, розрахований на обслуговування багатьох користувачів. Існує три основних варіантів конфігурації такого кластера.

Перша конфігурація складається з *мейнфрейма* (mainframe), тобто великої обчислювальної машини і багатьох графічних пристроїв (рис. 4.3).

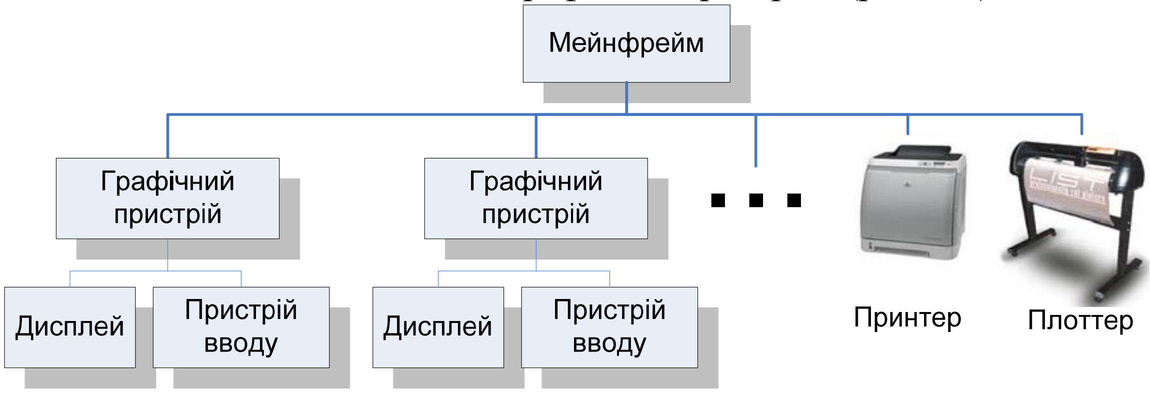


Рис. 4.3. Мейнфрейм з графічними пристроями

Графічні пристрої підключаються до мейнфрейма так, як і алфавітно-цифрові термінали в звичайних обчислювальних центрах. До нього ж підключаються і пристрої виводу, такі як принтери і плоттери. Оскільки така конфігурація може розглядатися як природне розширення існуючого обчислювального середовища, вона найширше застосовується у крупних компаніях, в яких вже були мейнфрейми. Цей підхід використовується виробниками автомобілів, крупногабаритних машин, залізничного, авіаційного і морського транспорту та ін., які мають великі бази даних, що обробляються централізовано. До недоліків цієї конфігурації слід віднести потребу у великих початкових капіталовкладеннях у апаратне і програмне забезпечення та обслуговування експлуатованої системи.

Обслуговування мейнфрейма завжди включає розширення системної пам'яті і жорсткого диска, що для мейнфрейма коштує набагато дорожче, ніж для невеликих комп'ютерів. Більш того, оновлення операційної системи теж потребує значних затрат. Програми CAD/CAM/CAE вимагають досить частої заміни у зв'язку з виходом нових, набагато потужніших версій і альтернатив, а також через помилки при первинному виборі програмного забезпечення. Програми CAD/CAM/CAE для мейнфреймів коштують набагато дорожче, ніж аналогічні програми для менших комп'ютерів. Ще одним серйозним недоліком централізованих обчислень є нестабільність часу відгуку системи. У конфігурації з мейнфреймом застосування користувачів, що відносяться до різних графічних пристроїв, конкурують один з одним за обчислювальні ресурси мейнфрейма. Тому час відгуку для будь-якого конкретного графічного пристрою залежить

від того, які завдання були запущені з іншого пристрою. Іноді час відгуку може бути дуже великим для інтерактивної роботи з графікою, особливо коли інші користувачі вирішують складні обчислювальні задачі.

Друга конфігурація складається з автоматизованих робочих місць проектувальника (робочих станцій – workstations), об'єднаних у мережу (рис. 4.4).

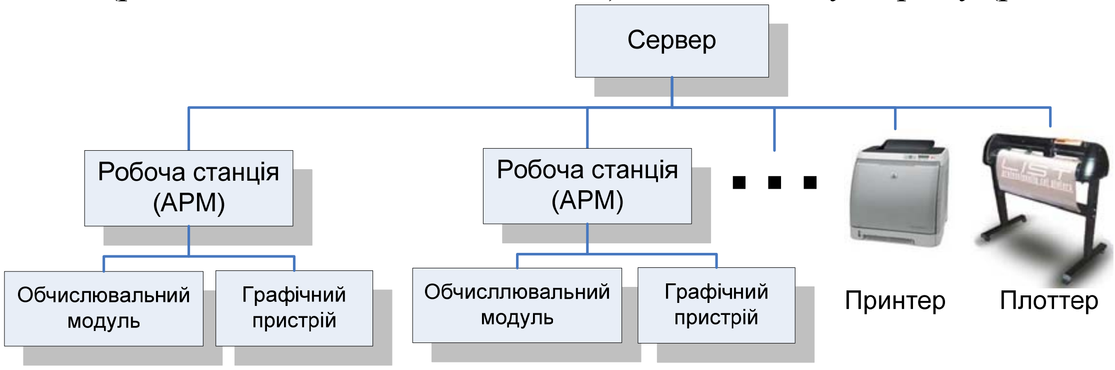


Рис. 4.4. Робочі станції об'єднані у мережу

До тієї ж мережі підключаються пристрої виводу – плоттери і принтери. Робоча станція – це графічний пристрій з власними обчислювальними ресурсами. Такий підхід сьогодні використовується дуже широко, тому що в області технологій виготовлення робочих станцій досягнуто значного прогресу, крім того, з'явилась тенденція до розподілу обчислень. Продуктивність робочих станції подвоюється щороку при збереженні їх ціни. Такий підхід має й інші переваги, зокрема користувач може працювати з будь-якою станцією мережі, вибираючи її відповідно до свого завдання, причому системні ресурси не залежатимуть від завдань інших користувачів. Ще одна перевага – відсутність необхідності в крупних первинних капіталовкладеннях. Кількість робочих станцій і програмних пакетів може збільшуватися поступово у міру зростання потреби в ресурсах CAD/CAM/CAE. Це є вигідним, тому що вартість устаткування постійно падає.

Третя конфігурація аналогічна до другої за виключенням того, що замість робочих станцій використовуються персональні комп'ютери з операційними системами Windows. Конфігурації на базі персональних комп'ютерів популярні в невеликих компаніях, особливо якщо продукція, що випускається ними складається з невеликої кількості деталей обмеженої складності, а також у компаніях, що використовують системи CAD/CAM/CAE, головним чином, для розробки креслень. Внаслідок значного підвищення потужності сучасних персональних комп'ютерів відмінність між другим і третім типом конфігурації практично стерлась.

4.6. Організаційне забезпечення САПР

Організаційне забезпечення САПР включає в себе комплект документів (наказів, положень, штатних розкладів, інструкцій, графіків робіт та ін.), що встановлюють правила виконання автоматизованого проектування. Приклада-

ми таких документів є інструкція користувача САПР, інструкція з експлуатації технічних засобів, посадова інструкція системного адміністратора і т.д.

Організаційне забезпечення регламентує взаємодію технологічних (проектувальних) і обслуговуючих САПР підрозділів; відповідальність фахівців різного профілю і рівня за певні види робіт, правила випуску, використання і коректування вихідних документів САПР, правила доступу до баз даних і знань, пріоритети користування засобами САПР.

Компоненти організаційного забезпечення повинні встановлювати організаційну структуру систем і підсистем, включаючи взаємозв'язки її елементів; завдання і функції служби САПР та пов'язаних з нею підрозділів підприємства або проектної організації; права і обов'язки посадовців із забезпечення, створення і функціонування САПР, порядок підготовки і перепідготовки користувачів САПР.

Документи, що входять до складу методичного забезпечення САПР, регламентують порядок (технологію) його експлуатації. У них викладені теорія, методи, способи, математичні моделі, алгоритми, алгоритмічні і спеціальні мови для описування об'єктів, термінологія, нормативи та інші дані, що розкривають методологію (ідеологію) функціонування системи.

Документи (методики, організаційні і директивні документи), що відносяться до процесу створення САПР, які не входять до складу методичного забезпечення.

Окремі документи випущені при створенні або для створення САПР, можуть увійти до складу САПР як програмно-методичні комплекси і використовуватися при його експлуатації, наприклад, при створенні САПР розробляють структури і описування баз даних, інструкції з їх заповнення.

4.7. Функціональне забезпечення САПР

Найбільшого поширення САПР набув у машинобудуванні. Тому зупинимося докладніше на програмах, розроблених для САПР цієї галузі.

4.7.1 Основні програми для вирішення завдань САПР

Часто вважають, що будь-яка програма, використовувана для скорочення часу і вартості розробки продукту, а також для підвищення його якості, може бути віднесена до класу САПР. У основі цих систем лежать програми, що дозволяють конструктору створювати зображення деталей і вузлів машин (далі скорочено називатимемо їх формами) і маніпулювати ними на моніторі в інтерактивному режимі, зберігаючи результати в базі даних. Проте, у принципі, будь-яка програма, що полегшує процес розробки, може бути названа програмою САПР. Спеціалізоване застосування, що призначено для автоматизації проектування конкретної деталі або механізму, також вважається застосуванням САПР. Наприклад, система автоматизованої розробки креслень AutoCAD, разом з розробкою машинобудівних креслень, дозволяє автоматизувати виготовлення електротехнічних, будівельних та інших креслень.

Аналогічні властивості має розроблений в Росії програмний комплекс «Компас», який також є типовим представником програм САПР. Наразі він отримує все більше поширення через кращу, ніж зарубіжні програми, відповідність вітчизняним стандартам,. На рис. 4.5 подано твердотільну модель, створену в системі геометричного моделювання, а також варіанти виконання виробничого устаткування (рис. 4.6), створених завдяки функціям моделювання 3D об’єктів з використанням комплексу «Компас».

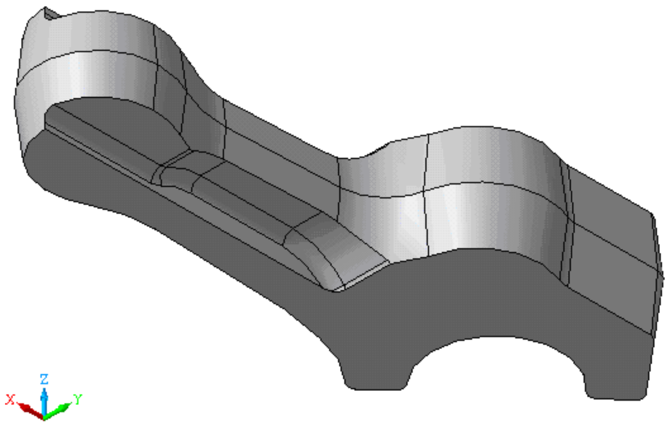


Рис. 4.5. Твердотільна модель, створена в системі «Компас»

Система КОМПАС-3D призначена для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей і складальних одиниць, що містять як оригінальні, так і стандартизовані конструктивні елементи. Параметрична технологія дозволяє швидко одержувати моделі типових виробів на основі одноразово спроектованого прототипу. Численні сервісні функції полегшують рішення допоміжних задач проектування і обслуговування виробництва.

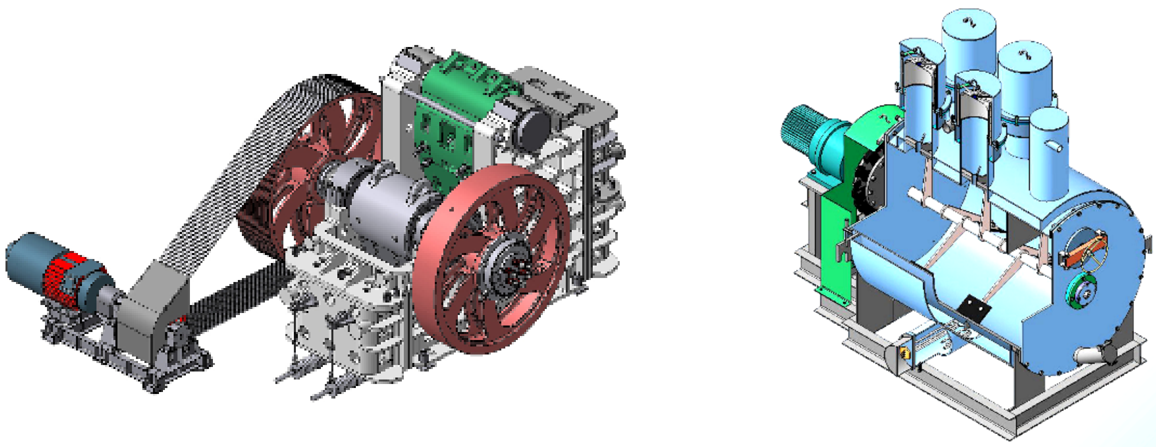


Рис. 4.6. Моделі устаткування, виконані за допомогою КОМПАС-3D

Будь-яка програма, використовувана в процесі виробництва продукту, вважається засобом САПР. Таким чином, до САПР належать програми для планування, управління і контролю виробничих операцій через прямий або непрямий комп’ютерний вплив на виробничі ресурси заводу. Це може бути програма, що формує план процесу виробництва деталі, або програма, яка пише програму для верстата з числовим програмним управлінням (ЧПУ), моделює рух різця і контролює роботу верстата в процесі обробки зовнішніх поверхонь деталі.

Програми САПР використовуються для аналізу геометрії конструкції і дозволяють розробнику моделювати і вивчати поведінку продукту для поліпшення і оптимізації проекту. Типовим прикладом є програма Unigraphics/FEA фірми Unigraphics Solutions, Inc. для розрахунку напруги, деформації або теплопередачі в деталі методом кінцевих елементів.

Форма, створена САПР, може використовуватися для застосування (програм), що розраховують траєкторію руху різального інструменту або що виконують тривимірний аналіз напруг, тільки в тому випадку, якщо вона будувалася як тривимірна. З цієї причини конструктори часто починають працювати відразу з тривимірною моделлю деталі в системах геометричного моделювання.

Широко відомі комерційні програми САПР, наведені в табл. 4.2, набирають популярності завдяки можливості настройки під будь-яке завдання. За допомогою засобів з таких наборів може бути створено будь-яке підгрунтя для створення і маніпулювання тривимірними формами. В результаті вийде компактне використання, що орієнтовано точно на вирішувану задачу. На даний момент можна перерахувати такі типові набори для моделювання: ACIS, SHAPES, Parasolid, CASCADE і DESIGNBASE.

Сучасний ринок САПР пропонує широкий спектр програмних продуктів для рішення широкого кола завдань. Незважаючи на відсутність чітко позначених меж, усі ці продукти можна класифікувати за рівнями:

Верхній рівень – багатофункціональні інтегровані системи з єдиною структурою даних і набором проблемно-орієнтованих застосувань, а також вузькоспеціалізовані системи (ANSYS, CATIA, EDS/Unigraphics, Pro/ENGINEER, EUCLID, Inventor, NASTRAN, ALIAS, ADAMS, I-DEAS тощо.

Таблиця 4.2 – Типові системи САПР

Область застосування	Програми / Інтегровані системи
Двомірні креслення	CADAM, AutoCAD, MicroCADAM, VersaCAD; Pro/ENGINEER, Unigraphics, CATIA, I-DEAS, I/EMS, EUCLID-IS
Твердотільне моделювання	Solid Edge, SolidWorks, SolidDesigner, Mechanical Desktop
Управління виробництвом	BravoNCG, VERICUT, DUCT, CAMand, VasterCAM, PowerMILL
Розрахунок міцності, теплопровідності та ін.	MSC/NASTRAN, ANSYS, PATRAN, DADS, ADAMS, C-MOLD, MOLDFLOW, DesignWorks

Середній рівень – представлений групою функціонально-незалежних продуктів, що працюють на основі єдиної структури даних або повністю погоджених за поданням інформації. Як правило, пакети цього класу випускаються промисловими партнерами розроблювача структури даних базової моделюючої системи (Mechanical Desktop, PRELUDE, Designspace, Dinamic Designer Motion,

Moldflow, Solidworks і ін.). Багато з перерахованих пакетів орієнтовані на структуру ACIS; деякі на ядро Parasolid або на свої власні процедури опису даних.

Нижній рівень – сукупність програм, орієнтованих на оформлення конструкторської і технологічної документації. Ці програми, як правило, не зв'язані єдиною структурою даних; їхні функціональні можливості обмежені двовимірністю подання об'єкта проектування. Проте програми цього рівня суттєво підвищують темпи і якість паперової документації, що випускається (AutoCAD, T-Flex, КОМПАС та ін.).

Найбільш популярними графічними програмами, призначеними для обробки векторних зображень, що також відносяться до нижнього рівня, є Adobe Illustrator, Coreldraw, КОМПАС, Flash, AutoCAD, Microsoft Visio тощо.

Останнім часом все більше підприємств прагнуть проектувати у тривимірному просторі. Тривимірні CAD системи надають проектувальникові великий простір для творчості і при цьому дозволяють значно прискорити процес випуску проектно-кошторисної документації. Поряд зі швидкістю такі системи дозволяють підвищити точність проектування: простіше відстежити суперечливі моменти в конструкції.

У 1983 році була адаптована для персонального комп'ютера найпоширеніша світі САПР – AutoCAD фірми Autodesk, Inc. Слід зазначити, що закордонні САПР, які використовуються в Україні, не тільки не враховують вітчизняні промислові стандарти, але й потребують додаткової кваліфікації користувачів. Розроблена в Росії система КОМПАС-3D має у цьому плані суттєві переваги.

КОМПАС-3D як універсальна CAD/CAM/CAE/PDM система тривимірного моделювання, знаходить своє застосування при рішенні різних завдань, у тому числі й архітектурно-будівельного й технологічного проектування. Загальне призначення системи КОМІТАС-3D – створення тривимірних асоціативних моделей окремих елементів та збірних конструкцій з них. Конструкції можуть містити як оригінальні (створені користувачем), так і стандартизовані конструктивні елементи, узяті з каталогів. Параметрична технологія дозволяє швидко одержувати моделі типових елементів на основі раніш спроектованого прототипу. Численні сервісні функції полегшують рішення допоміжних завдань проектування й конструювання.

Зараз помітне чітке прагнення проектувальників до віртуального моделювання, яке частково виключає витрати на виготовлення металомістких модельних і дослідно-промислових зразків устаткування, експериментальних стендів і установок, обладнаних високоточним і дорогими контрольно-вимірювальними приладами. При проектуванні промислових об'єктів сучасні САПР/CAD дозволяють реалізувати у віртуальному тривимірному (3D) просторі загальні етапи робіт: розробку окремих одиниць устаткування, формування будівельного майданчика, проектування виробничих будинків, компонування основного технологічного устаткування і т.д.

4.7.2 САПР на базі Windows

Нарзі багато розробників програмного забезпечення почали випускати гарні програмні продукти, що використовують переваги графічного середовища Microsoft Windows. Перші програмні продукти цієї категорії було випущено в 1995 р., а перші версії більшості продуктів датовані 1996 роком.

Усі нові продукти мали такі загальні особливості. По-перше, вони розроблялися з максимальним використанням функцій Microsoft Windows, і тому їх інтерфейси виходили схожими на інтерфейси інших програм Microsoft. Фактично ці програми були схожі на інші продукти Microsoft для автоматизації офісної праці, тому користувачі відчували себе комфортно в знайомому середовищі і швидко освоювали їх. Крім того, нові програми підтримували функції *впровадження і скріплення об'єктів (OLE)*, характерні для офісних пакетів Microsoft. Таким чином, будь-яке зображення тривимірної деталі або пристрою, створене в пакеті геометричного моделювання, може використовуватися іншими програмами Microsoft. Це дозволяє вставляти тривимірні зображення, розроблені в якій-небудь програмі САПР, у потрібне місце текстового файлу, створеного і редагованого в текстовому процесорі. Зараз ця функція розширюється з метою включення підтримки тривимірних даних, що значно полегшить передачу даних між різними системами САПР.

По-друге, в нових системах використовується комплексний підхід, згідно з яким найважливіші компоненти програмного забезпечення вибираються з доступних програм, після чого розробник системи просто об'єднує перевірені технології, зосереджуючи свою увагу на деталях, що відносяться безпосередньо до проектування.

По-третє, нові системи засновані на об'єктно-орієнтованій технології. З погляду програмування об'єктно-орієнтована технологія означає написання модульних програм так, щоб забезпечити незалежне повторне використання модулів. Об'єктно-орієнтована технологія визначає також інтерфейс між системою і користувачем. Об'єктна орієнтованість призначеного для користувача інтерфейсу означає, що кожен елемент інтерфейсу самостійно реагує на зміну в ситуації і на дії користувача. Це значно полегшує роботу користувача з системою. Об'єктно-орієнтована технологія використовується і для ефективного зберігання даних. У звичайних системах САПР дані про деталь звичайно зберігаються в декількох файлах: один файл використовується для геометричної форми, інший – для сітки кінцевих елементів, третій – для траєкторії руху фрези верстата з ЧПУ і т.д. У об'єктно-орієнтованих системах усі дані, що відносяться до однієї деталі, зберігаються в одному файлі, що приводить до значної економії пам'яті.

По-четверте, багато систем сприймають очевидні обмеження, такі як перпендикулярність і паралельність, безпосередньо з початкового ескізу користувача, дозволяючи зменшити об'єм даних, що вводяться. В цьому випадку від користувача потрібно тільки ввести розміри, після чого він може змінювати

форму, варіюючи ці розміри. Така функція системи називається *моделюванням за розмірами (dimension-driver modeling)*. Це означає, що геометрія визначається розмірами деталі і може бути легко змінена перевизначенням цих параметрів.

Нарешті, в системи вбудовується підтримка сумісного проектування через Інтернет. Ця підтримка дозволяє віддаленим користувачам працювати над однією і тією ж деталлю, маючи перед очима її модель на своїх екранах. Розробники можуть також перевіряти проект в цілому, порівнюючи свої деталі з деталями інших розробників.

Що стосується САПР хіміко-технологічних систем, особливо актуальних для студентів-екологів, то тут слід зазначити, що у восьмидесяті роки минулого століття у ряді науково-дослідних інститутів такі системи розроблялися. Зокрема були створені програми для розрахунку матеріальних і теплових балансів складних систем, розрахунку і синтезу апаратно-технологічних схем, окремих елементів технологічних схем (випарки, ректифікації, системи теплообміну), розрахунку фізико-хімічних властивостей газових і рідинних систем, розрахунку і автоматизації проектування окремих апаратів, проектування трас трубопроводів, розрахунку їх діаметру і характеристик насосів і компресорів. Існували програми, що забезпечують оптимальну компоновку устаткування (розміщення устаткування в будівлі) і монтажне опрацьовування (з'єднання апаратів трубопроводами).

На жаль, сьогодні, у зв'язку із змінами в апаратному забезпеченні САПР (переходом з мейнфреймів на персональні комп'ютери) і в економічній ситуації, більшість цих програм втратили актуальність, а придбання зарубіжних аналогів пов'язане із значними витратами, оскільки через обмежене коло споживачів такі програми мають високу вартість.

4.7.3 Програмні пакети універсального призначення

Є цілий ряд більш-менш універсальних програм для автоматизації обчислювальних, проектних та дослідницьких робіт, які набули популярності у цілому світі і кількість користувачів яких налічує мільйони. Нижче наведений короткий огляд декількох таких програм, які можуть бути корисними для автоматизації проектних робіт і для навчального процесу.

AutoCAD (англ. Computer-Aided Design) – дво- і тривимірна система автоматизированного проектирования і креслення, розроблена компанією Autodesk починаючи з 1982 р. AutoCAD є одною з найбільш розповсюджених САПР в світі завдяки засобам креслення. Не дивлячись на деяку складність, завдяки не дуже вдало зробленому інтерфейсу, AutoCAD є досить простою у використанні. Ранні версії AutOCAD оперували елементарними об'єктами, такими як кола, лінії, дуги й інші, з яких складалися більш складні об'єкти. Проте на сучасному етапі програма включає повний набір засобів, що забезпечують комплексне тривимірне моделювання, зокрема роботу з довільними формами, створення і редагування 3D-моделей тіл і поверхонь, покращену 3D-навігацію і ефективні засоби випуску робочої документації. Починаючи з версії 2010, в

AutoCAD реалізована підтримка параметричного креслення, тобто можливість накладати на об'єкт геометричні або розмірні залежності. Це гарантує, що при внесенні будь-яких змін до проекту певні параметри і раніше встановлені між об'єктами зв'язки зберігаються. Інтерфейс користувача підтримує можливість настройки під потреби конкретної галузі. Засоби розробки і адаптації дозволяють створювати спеціалізовані застосування, такі як AutoCAD Mechanical, AutoCAD Electric, AutoCAD Architecture і багато інших. Всього Autodesk зараз випускає близько ста програмних продуктів.

Maple – програмний пакет – **система комп'ютерної алгебри.** Є продуктом компанії Waterloo Maple Inc., яка з 1984 року випускає програмні продукти, орієнтовані на складні математичні обчислення, візуалізацію даних і моделювання. Система Maple призначена для **символьних розрахунків,** хоча має ряд засобів і для числового розв'язання диференційних рівнянь і знаходження інтегралів. Особливої підготовки для набору формул не потрібно – формули матимуть звичний, аналогічний книжному, або письмовому вигляд. Обчислення з введеними формулами здійснюються за бажанням користувача миттєво, одночасно з набором, або по команді. Звичайні формули обчислюються зліва направо і зверху вниз (подібно до читання тексту). Пакет має розвинені графічні засоби. Має власну мову програмування. **Maple V** є одним з найбільш могутніх математичних пакетів. Його можливості охоплюють достатньо багато розділів математики і можуть з користю застосовуватися на різних рівнях, від вивчення університетського курсу математики до серйозних наукових досліджень. Працювати з ним можна, як в режимі інтерактивного діалогу, так і шляхом складання і налагодження програм на спеціальній Maple-мові, орієнтованій на складні математичні обчислення. Основу пакету складає спеціальне ядро – програма символьних перетворень. Крім того, є декілька тисяч спеціальних функцій, що зберігаються в пакетах і бібліотеках, що підвантажуються до ядра. Maple «уміє» не тільки обчислювати, але і володіє багатими можливостями графічного представлення математичних об'єктів і процесів. Програма корисна не тільки для фахівців, але і для студентів при вивченні розділів вищої математики.

Mathcad – система комп'ютерної алгебри з класу систем автоматизованого проектування орієнтована на підготовку інтерактивних документів з обчисленнями і візуальним супроводом, відрізняється легкістю використання і застосування для колективної роботи. Mathcad має простий і інтуїтивний для використання інтерфейс користувача. Для введення формул і даних можна використовувати як клавіатуру, так і спеціальні панелі інструментів. Містить сотні операторів і вбудованих функцій для вирішення різних технічних завдань. Програма дозволяє виконувати чисельні і символьні обчислення, проводити операції із скалярними величинами векторами і матрицями, автоматично переводити одні одиниці вимірювання до інших. Деякі з математичних можливостей Mathcad (версії до 13.1 включно) засновані на підмножині системи комп'ютерної алгебри Maple. Починаючи з 14 версії – використовує символьне ядро MuPAD. Робота здійснюється в межах робочого листа, на якому рівняння і вирази відображаються графічно, на противагу текстового запису в мовах програмування. При створенні документів-застосувань використовується принцип

WYSIWYG (What You See Is What You Get — «що бачиш, то і отримуєш»). Не дивлячись на те, що ця програма в основному орієнтована на користувачів-непрограмістів, Mathcad також використовується в складних проектах, щоб візуалізувати результати математичного моделювання шляхом використання розподілених обчислень і традиційних мов програмування. Також Mathcad часто використовується в крупних інженерних проектах, де велике значення має відповідність стандартам. Mathcad достатньо зручно використовувати для навчання, обчислень і інженерних розрахунків. Відкрита архітектура застосування у поєднанні з підтримкою технологій NET і XML дозволяють легко інтегрувати Mathcad практично в будь-які IT-структури і інженерні застосування. Є можливість створення електронних книг (*e-Boo*k). За допомогою Mathcad інженери можуть документувати всі обчислення в процесі їх проведення.

Mathematica – система комп'ютерної алгебри компанії Wolfram Research. Містить множину функцій, як для аналітичних перетворень, так і для чисельних розрахунків, яких може не бути в інших пакетах програм. Крім того, програма підтримує роботу з графікою і звуком, включаючи побудову двох- і тривимірних графіків функцій, малювання довільних геометричних фігур, імпорт і експорт зображень і звуку.

MATLAB (*Matrix Laboratory*) – термін, що відноситься до пакету прикладних програм для вирішення завдань технічних обчислень, а також до використовуваної в цьому пакеті мови програмування. MATLAB працює на більшості сучасних операційних систем, включаючи Linux, Mac OS і Microsoft Windows. MATLAB, як мова програмування, була розроблена в кінці 1970-х років з метою полегшення процесів програмування для студентів. Спочатку MATLAB призначався для проектування систем управління, але швидко завоював популярність в багатьох інших наукових і інженерних областях. Він також широко використовувався і в освіті, зокрема, для викладання лінійної алгебри і чисельних методів. Мова MATLAB є високорівневою мовою програмування, що включає засновані на матрицях структури даних, широкий спектр функцій, інтегроване середовище розробки, об'єктно-орієнтовані можливості і інтерфейси до програм, написаних на інших мовах програмування. Основною особливістю мови MATLAB є його широкі можливості роботи з матрицями, які творці мови виразили в гаслі «думай векторно» (*Think vectorized*). MATLAB надає користувачеві велику кількість (декілька сотень) функцій для аналізу даних, що покривають практично всі області математики. MATLAB надає зручні засоби для розробки алгоритмів, включаючи високорівневі з використанням концепцій об'єктно-ориєнтованого програмування. У ньому є всі необхідні засоби інтегрованого середовища розробки, включаючи профайлер. У складі пакету MATLAB є велика кількість функцій для побудови графіків, зокрема тривимірних, візуального аналізу даних і створення анімованих роликів. Вбудоване середовище розробки дозволяє створювати графічні інтерфейси користувача з різними елементами управління, такими як кнопки, поля введення і іншими. Пакет MATLAB містить функції, які дозволяють йому діставати доступ до інших застосувань середовища Windows так само, як і цим застосуванням діставати доступ до даних MATLAB. Інтерфейс пакету MATLAB забезпечує прямий до-

ступ до периферійних пристроїв, таких як модеми, принтери і наукове устаткування, що підключається до комп'ютера через послідовний порт (COM-порт). Для MATLAB є можливість створювати спеціальні набори інструментів (*toolbox*), що розширюють його функціональність. Наборами інструментів є колекції функцій, написаних на мові MATLAB для вирішення певного класу завдань. Компанія Mathworks поставляє набори інструментів, які використовуються в багатьох областях.

LABVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) – це розробки і платформа для виконання програм, створених на графічній мові програмування «G» фірми National Instruments (США). В даний час існують версії для UNIX Linux, Mac OS і інші, а найбільш розвиненими і популярними є версії для Microsoft Windows.

LABVIEW використовується в системах збору і обробки даних, а також для управління технічними об'єктами і технологічними процесами. Програма LABVIEW називається і є **віртуальним приладом** (*Virtual Instrument*) і складається з двох частин: блокової діаграми, що описує логіку роботи віртуального приладу і лицьової панелі, що описує зовнішній інтерфейс віртуального приладу. Віртуальні прилади можуть використовуватися як складові частини для побудови інших віртуальних приладів. Лицьова панель віртуального приладу містить засоби введення-виводу: кнопки, перемикачі, світло діоди, верньєри, шкали, інформаційні табло і т. п. Вони використовуються людиною для управління віртуальним приладом, а також іншими віртуальними приладами для обміну даними. Блокова діаграма містить функціональні вузли, що є джерелами, приймачами і засобами обробки даних. Також компонентами блокової діаграми є термінали («задні контакти» об'єктів лицьової панелі) і структури, що управляють. Функціональні вузли і термінали об'єднані в єдину схему лініями зв'язків. LABVIEW підтримує величезний спектр устаткування різних виробників і має в своєму складі (або дозволяє додавати до базового пакету) численні бібліотеки компонентів, що реалізує взаємодію LabVIEW – програми на звичайному персональному комп'ютері з реальними об'єктами, що працюють в реальному часі. LABVIEW може вдало використовуватися в навчальному процесі у якості віртуальних учбово-дослідницьких стендів, сполучених з реальним устаткуванням.

Контрольні запитання та завдання для самостійної роботи

1. Що таке САПР та її переваги перед традиційними методами проектування?
2. Які цілі створення САПР в проектних організаціях?
3. Перерахуйте шляхи досягнення мети САПР.
4. Охарактеризуйте загальносистемні принципи, вживані при створенні САПР: принцип включення, принцип системної єдності, принцип розвитку, принцип комплексності, принцип інформативної єдності, принцип сумісності, принцип інваріантності.
5. Стадії створення САПР, підсистем і компонентів САПР.

6. Порівняйте технології CAD, CAM і CAE. На яких стадіях життєвого циклу виробу їх використовують?

7. Охарактеризуйте структурну схему САПР. В чому особливості функціональної та забезпечувальної частин САПР?

8. За якими ознаками можна класифікувати САПР?

9. Опишіть технічні компоненти САПР. Які існують конфігурації апаратурних засобів?

10. Що включає в себе організаційне забезпечення САПР?

11. Які існують програми для вирішення завдань САПР?

12. Проаналізуйте програмні пакети універсального призначення.

5. Лабораторний практикум: оформлення проектної документації та креслень з використанням САПР

Лабораторна робота 1. Знайомство з основами роботи у графічному редакторі Microsoft Visio 2007

Мета роботи — навчитися працювати в графічному редакторі MS Visio. Знати про призначення основних його складових.

Теоретичні відомості

MS Visio – редактор діаграм для *Windows.* Використовує векторну графіку для створення діаграм. Доступний у двох версіях: стандартній і професійній.

Стандартна і професійна версія використовують той же інтерфейс, але друга має додаткові шаблони для більш просунутих діаграм і вихідних форматів, а також унікальну функціональність для простішого приєднання користувача до даних різних джерельних форматів, які мають бути відображені діаграмою.

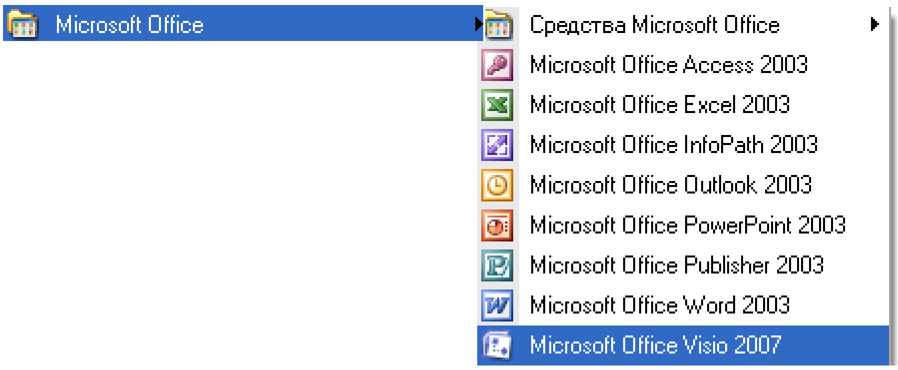


Рис. 5.1. Запуск графічного редактора *MS Visio* через меню *Пуск/MS Office*

Після запуску програми на виконання відкривається діалогове вікно з назвою *New,* в якому можна вибрати готовий трафарет блок-схеми і приступити безпосередньо до роботи. Також можна і не вибирати трафарет. Зовнішній вигляд програми можна підрозділити на 6 частин:

– вікно для редагування зображень (у ньому проводяться всі основні дії, тобто відбувається редагування рисунка);

– палітри інструментів і об'єктів, у тому числі спеціалізованих, для різних завдань (за допомогою всіх цих допоміжних інструментів і відбувається редагування рисунка, а також доопрацювання до найдрібніших подробиць);

– вікно для роботи з трафаретами;

– меню, в якому завжди можна скористатися будь-якою командою, не вдаючись до палітри інструментів (міститься багато важливих пристосувань до цієї програми. Всі панелі та меню взаємопов'язані);

– рядок в якому задається назва поточного файлу (над яким працюють у даний момент. Трохи правіше цього рядка, як і у всіх програм на платформі *Windows*, є 3 кнопки: 1-а згортає програму, 2-га дозволяє зробити робочий простір на весь екран та 3-я закриває програму. Такі ж 3 кнопки має і робоче вікно, це дуже зручно, коли ви відкрили одразу кілька документів для редагування);

– рядок стану, в якій при старті вказано стан *Ready* .

Вікно для редагування зображень займає найбільший простір на екрані. Воно являє собою візуально лист у клітинку, в якому проводяться всі операції з редагування. Вікно для редагування перебуває ніби поверх спеціально фону, на якому не можна рисувати й робити будь-які дії. Саме вікно має задані обмеження для редагування. Для більш точної побудови навколо вікна редагування є лінійка, вона дозволяє дуже точно розташувати об'єкти на площині і провести розрахунки. Розміри вікна для редагування можуть бути різними і щоб комфортно переходити при великих масштабах малюнка від однієї частини до іншої, як і у всіх стандартних програмах під операційну систему *Windows*, є смуги прокручування. Трохи лівіше вікна редагування розташовується вікно для роботи з трафаретами (якщо це вікно було вибрано за замовчуванням при початковому завантаженні або викликано за допомогою кнопки на панелі інструментів), тут розташовуються готові блок-схеми, фігури, стрілки, зображення і т.д. Для того щоб вихідне зображення в трафареті з'явилося у вікні для редагування, необхідно мишкою перейти у вікно трафарету і вибрати потрібний нам об'єкт. Після того як об'єкт вибрано, встановивши курсор на ньому, ми натиснувши ліву клавішу миші і тримаючи її, переносимо це зображення з одного вікна в інше. Так само, як і у вікні для редагування, тут присутні смуги прокручування. Таким чином, можна відкрити відразу декілька трафаретів, тоді поруч із кнопкою назви даного трафарету з'являться й інші. Якщо натиснути правою кнопкою мишки на кнопку назви даного трафарету, з'явиться підменю, в якому виробляються додаткові команди. Команда *Activate* означає, що в даний момент це вікно активно, *Float* – перетворює меню трафарету в окреме вікно, яке можна або згорнути, або закрити (завдяки цій функції можна помітно збільшити розміри для вікна редагування), *Switch Sides* – дозволяє перенести меню з лівого боку в правий, *Close* – закриває меню трафарету. Крім того що можна клацнути мишкою на кнопці денного трафарету, так само можна клацнути і на самому об'єкті в трафареті. У цьому випадку теж з'являється допоміжне меню. Команда *Close* закриває заданий трафарет, *Copy* – копіює даний фрагмент, *Icons and Names* – показує значки і імена до них, *Icons Only* – показує тільки іконки, *Names Only* – показує тільки імена іконок, *Shape Help* – допомога з даного фрагменту. Так само можна самому створювати панелі для трафаретів і заносити туди фігури, які необхідні для роботи. У процесі роботи написи можуть мати напівпрозорий колір замість чорного (кольори за замовчуванням для активних додатків). Якщо напис зроблено напівпрозорим кольором, то в даному випадку ця дія не може бути застосована або вона вже зроблена. Наприклад, не можна зробити активним меню, якщо воно вже активне.

Настройка параметрів сторінки. Документ Visio складається з безлічі окремих аркушів, які ніяк не пов'язані один з одним. Ці аркуші можуть мати рі-

зні розміри, а також одиниці вимірювання. Зміна і настройка цих параметрів виконуються у вікні діалогу *Параметри сторінки (Page Setup)*. Це вікно можна викликати через меню *Файл (File)* або воно відкривається при створенні нової сторінки.

Вікно діалогу містить п'ять вкладок, на яких розміщені всі необхідні властивості:

– *Властивості сторінки (Page Properties)* – вкладка, на яку винесені всі основні властивості. Зокрема, тут можна змінити поточне ім'я аркуша, вказати для нього фоновий аркуш, розмір тіні, що відкидається фігурою, а також одиниці вимірювання.

– *Масштаб рисунка (Drawing Scale)* – вкладка, на якій можна встановити масштаб рисунка, а також вибрати його розмір відповідно до одного із стандартних масштабів (A1, A2, A3, A4 і ін.) або встановити призначений для користувача формат (рис. 5.2).

– *Розмір сторінки (Page Size)* – вкладка, яка дозволяє встановити необхідні розміри аркуша: вибрати один з пропонованих стандартних розмірів, встановити призначений для користувача або за змістом. Тут же можна вибрати орієнтацію аркуша (або формат його відображення): *книжковий (Portrait)* або *альбомний (Landscape)*.

– *Установки принтера (Print Setup)* – вкладка, яка містить установки принтера для поточного аркуша: розмір сторінки, її орієнтація, а також масштаб збільшення і зменшення (для всіх сторінок листа).

– *Відображення і маршрути (Layout and Routing)* – вкладка, на якій можна встановити різні параметри і стилі з'єднання фігур і об'єктів на листі.

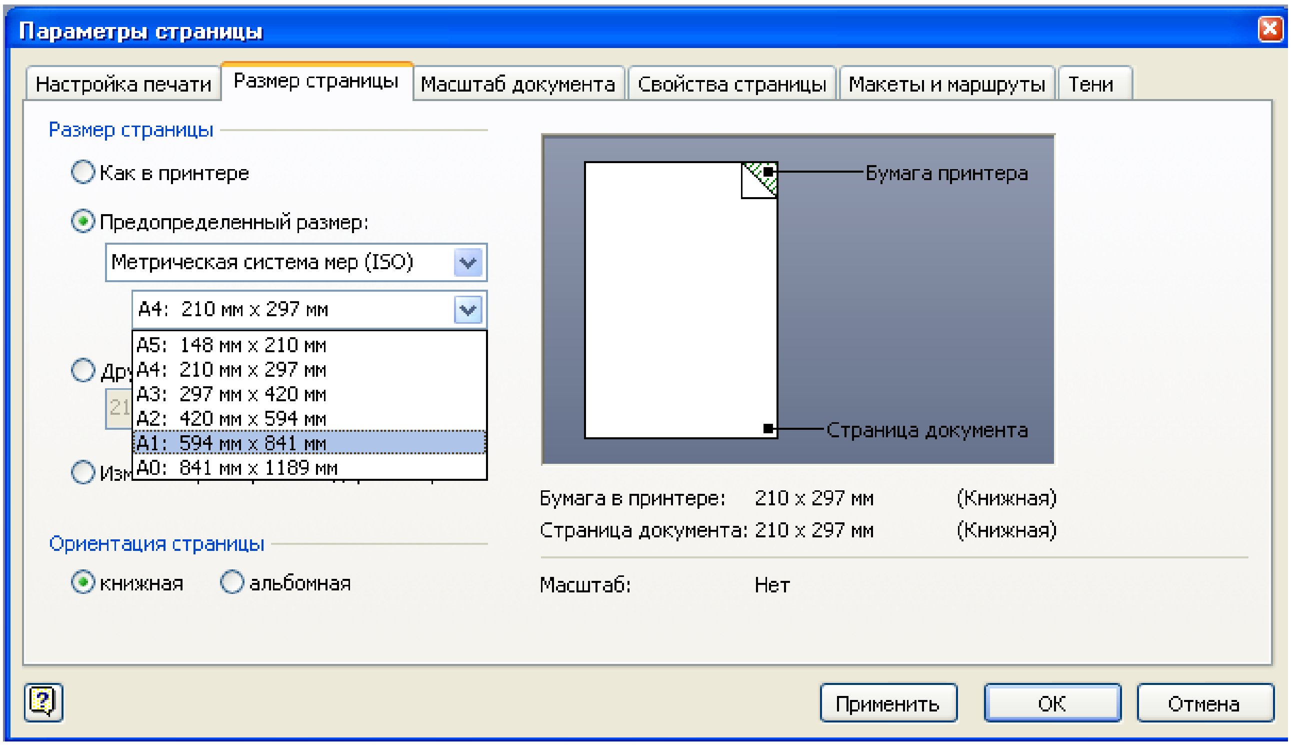


Рис. 5.2. Вибір параметрів креслення

Лінійки і сітка. Для полегшення роботи з фігурами і зручності орієнтації в полі рисунка відображена *сітка (Grid)*. Частота сітки змінюється автоматично при збільшенні або зменшенні масштабу відображення рисунка. Лівий і верхній край редагування зайняті *лінійками (Rulers)*, які служать для визначення положення графічних об'єктів щодо координатної сітки, початок який розташовано за умовчанням у лівому нижньому кутку аркуша.

Ярличок аркуша. Для швидкого переходу до потрібного аркуша малюнка можна використовувати його *ярличок (Page tab).*

Як правило, ярличок містить ім'я відповідного аркуша, що дозволяє його легко ідентифікувати. Крім того, за допомогою ярличка аркуша можна відкрити контекстне меню (клацнувши по ярличку правою кнопкою миші), в якому представлені чотири команди, що дозволяють управляти розміщенням і відображенням аркушів в документі: вставити *новий аркуш (Insert Page)*, видалити *поточний аркуш (Delete Page)*, перейменувати його *(Rename Page)* і змінити порядок проходження аркушів *(Reorder Page)*. Порядок проходження листів можна також змінити шляхом простого перетягання ярличків за допомогою миші.

Масштаб документа. У *Visio* існує декілька способів зміни масштабу: за допомогою команд, вікон діалогу, вікна панорами і зміни масштабу.

Команди зміни масштабів зібрані в меню *Вид (View)*. У цьому меню можна вибрати команду, яка дозволить представити такими способами:

– Лист цілком (*Whole page*) – у вікні редагування показаний лист цілком.

– Остання зміна масштабу (*Last zoom*) – лист відображається в останньому використаному до цього масштабі.

– Ширина сторінки (*Page width*) – у вікні редагування лист видно в повну ширину (але не довжину).

Можливість вибору масштабу надає також вікно діалогу *Зміна масштабу (Zoom)*. У цьому вікні крім перелічених вище способів, можна встановити будь-який зручний масштаб перегляду.

Також зручним інструментом зміни масштабу проглядання зображення є вікно *Панорами і Зміни масштабу (Pan & Zoom)*, що дозволяє представити у вікні редагування вибраний фрагмент зображення.

Для швидкої зміни масштабу проглядання зображення на стандартній панелі є список *Zoom*, що розкривається, в якому можна вибрати одне з фіксованих значень масштабу або один з варіантів.

Порядок виконання роботи

1. Запустити середовище MS Visio. Ознайомитися із структурою та інтерфейсом MS Visio 2007.

2. Вибрати необхідні панелі інструментів для створення креслення.

3. Створити новий файл.

4. Накреслити схему за індивідуальним завданням (видається викладачем) на форматі А1.

5. Виконати побудову рамок і штампів на документі.

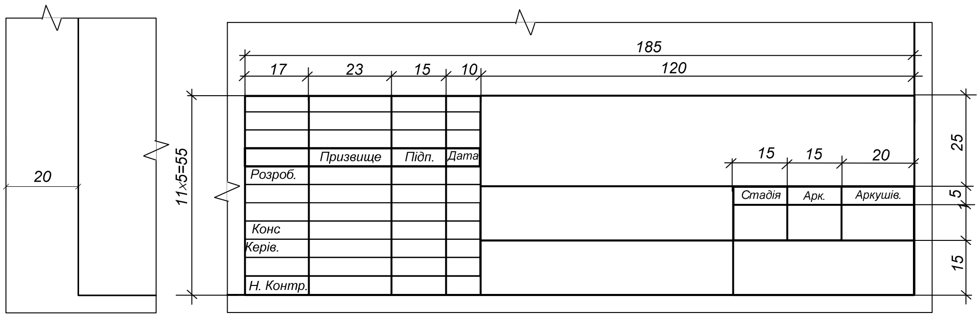


Рис. 5.3. Рамка та основний напис для креслення формату А1

6. Оформити звіт. Звіт повинен вміщувати назву лабораторної роботи, її мету, перелік завдань та роздруковані графічні завдання.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні елементи головного вікна.
2. Поясніть, що таке майстер. Покажіть, яким чином майстер з трафарету можна перенести об'єкт на сторінку рисунка.
3. Що таке ярличок аркуша?
4. Де можна задати необхідні параметри сторінки? Назвіть ці параметри.
5. Як змінити формат і масштаб рисунка?
6. Де змінюється ім'я аркуша і одиниці вимірювання?
7. Для чого призначені лінійки і сітка?
8. Які операції можна проводити над окремим аркушем?
9. Якими способами можна міняти масштаб рисунка?
10. Для чого потрібне вікно панорами і зміни масштабу?

Лабораторна робота 2. Побудова графіків та діаграм у графічному редакторі Microsoft Visio 2007

Мета роботи – вивчити особливості побудови графіків і діаграм в Microsoft Visio 2007.

Теоретичні відомості

Організаційна діаграма – це особлива блок-схема, призначена для подання графічних даних. Як правило, даними для такої таблиці є інформація про структуру організації та її персоналії. Організаційну діаграму можна створювати уручну або за допомогою *майстра організаційних діаграм (Organization Chart Wizard)*. Для створення організаційної діаграми уручну використовується шаблон *Організаційна діаграма (Organization Chart)*.

Автоматичне керування створенням організаційної діаграми не виключає можливості уручну переміщати елементи, встановлені автоматично.

Кругова діаграма (Pie chart) створюється за допомогою майстра, який знаходиться в трафареті *Фігури діаграм (Charting Shapes)*. Вона є групою, що складається з секторів. Захист обмежує тільки можливості зміни розміру сектора, але не впливає на його колірний формат і текстовий блок. За умовчанням кожна частка містить інформацію про свою величину. Формат подання інформації можна змінити як для всієї діаграми, так і для окремих полів. Для зміни формату тексту всієї діаграми потрібно виділити її і, використовуючи інструменти форматування тексту, перетворити його.

Кольорова схема діаграми, встановлена за умовчанням, також може бути змінена. Процедура її зміни співпадає з процесом форматування тексту: колір можна змінити весь відразу у всієї діаграми або тільки у її окремого сектора. При зміні кольору у всієї фігури вона стає одноколірною.

Плоскі і складені гістограми. Для точного представлення числових даних можна використовувати плоскі гістограми. Стандартний тип гістограм створюється за допомогою *майстрів плоскої діаграми (Bar graph)*. Вони дуже схожі: майстер *Bar graph 1* створює гістограму для представлення числових значень, а *Bar graph 2* – відсоткового співвідношення.

Складені діаграми (Divided bar) є різновидом плоских діаграм. Вона є смугою, розділеною на три фрагменти, кожний з яких відповідає певному значенню. У відсотках кожен фрагмент гістограми є часткою, а їх сума дорівнює 100 %.

Графіки. Крім різноманітних гістограм, в Visio 2007 для подання даних можна використовувати різні графіки. Всі необхідні заготовки знаходяться в трафареті *Фігури діаграм (Charting shapes)*. Це можуть бути окремі осі, підписи, масштабні сітки, окремі лінії графіка, точки даних, що описують криві і т.д. Все це дозволяє зібрати необхідний графік або діаграму так само, як і складну фігуру. Графіки також можна зобразити за допомогою стандартного набору фігур.

Порядок виконання роботи

1. Запустіть Microsoft Visio 2007. Виберіть категорію *Організаційна діаграма (Organization chart)* і шаблон під такою ж назвою.
2. За допомогою майстрів з трафарету Фігури організаційних діаграм (*Organization Chart Shapes*) складіть схему, що зображає структуру управління відділом охорони навколишнього середовища на підприємстві.
3. Створіть новий документ. Виберіть категорію *Форми і креслення (Forms and charts)*, шаблон *Діаграми і графіки (Charts and Graphs)*.
4. Побудуйте у вигляді діаграми відсотковий розподіл забруднення від підприємства згідно з індивідуальним завданням.
5. Змініть колір заливки окремих елементів на ваш розсуд.
6. Оформте звіт. Звіт повинен вміщувати назву лабораторної роботи, її мету, перелік завдань та роздруковані графічні завдання.

Контрольні запитання

1. Які принципи створення організаційних діаграм?
2. Як створити кругову діаграму в Visio?
3. Принципи створення плоских і складених діаграм. У чому відмінність плоскої діаграми від складеної?
4. Якими способами можна нарисовати графіки в Visio?

Лабораторна робота 3. Побудова технологічних схем у графічному редакторі MS Visio 2007

Мета роботи – навчитися будувати технологічні схеми виробництв у графічному редакторі *MS Visio 2007.*

Теоретичні відомості

У графічному редакторі *MS Visio* вбудовані елементи для побудови електричних схем, інженерних креслень та креслень схем автоматизації. Ці категорії, відповідно, носять назву :

- *Electrical Engineering;*
- *Mechanical Engineering;*
- *Process Engineering.*

Для побудови таких креслень необхідно вибирати відповідні елементи в підкатегоріях та затискаючи ЛКМ переносити їх на поле для рисування. Слід зазначити, що елементи розбиті на відповідні підкатегорії. Розбиття виконано за функціональними особливостями елементів.

У Visio під фігурою мається на увазі будь-який геометричний об’єкт, який може бути виділений одним клацанням лівої кнопки миші. Це може бути елементарна фігура – лінія, дуга, сплайн (декілька сполучених дуг) або складна замкнута фігура. У Visio розрізняється три типи фігур: одновимірні, двовимірні і псевдотривимірні (якщо у фігури є тінь).

Головна ознака фігури – це наявність маркерів при її виділенні.

Маркери виділення. Основними маркерами є *маркери виділення (control handle)*.

Одновимірна фігура є відрізком прямої (лінії), який визначається тільки одним параметром – довжиною. При виділенні лінія позначається двома конкретними маркерами (точками закінчення – *endpoints*): на початку і в кінці, а також маркером, що позначає центр.

Кожна двовимірна фігура має вісім маркерів виділення, які утворюють прямокутник, що обмежує фігуру. Крім візуального обмеження, ці маркери відіграють важливу роль у зміні розмірів фігури. Бічні маркери дозволяють змінити відповідні лінійні розміри – висоту або ширину, а за допомогою кутових маркерів усі розміри змінюються пропорційно.

Разом з маркерами виділення в деяких складних фігурах можуть використовуватися *маркери контролю (control handle)*, які призначені для зміни внутрішніх розмірів фігури.

Для чіткішої відмінності маркерів виділення і маркерів контролю останні мають контекстні підказки, які містять інформацію про спосіб їх застосування.

Точки з'єднання. На відміну від решти маркерів *точки з'єднання (connection points)* не відіграють активної ролі в зміні властивостей фігури. Точки з'єднання, які мають тільки двовимірні фігури, позначаються синіми хрестиками і дозволяють спростити процес з'єднання різних фігур.

Маркери обертання. Для можливості повороту фігури на довільний кут використовуються *маркери обертання (rotation handles)*, які мають вигляд кружечків. Ці маркери з'являються при використанні інструменту *обертання фігури (Rotation Tool)* або інструменту обертання *текстового фрагмента (Text Block Tool)*, згрупованого з *інструментом тексту (Text Too)*, заміщаючи собою кутові маркери виділення. Головна відмінність цих маркерів від інших полягає в появі додаткового маркера, що відіграє роль центра обертання. За умовчанням цей маркер завжди знаходиться в центрі фігури і має вигляд невеликого круга із знаком плюс у центрі. На відміну від маркерів обертання, *маркер центра (rotation pin)* може бути переміщений в будь-яке місце аркуша.

Маркер вершини. У фігури можна змінити не тільки кривизну сторін, але і положення вершини. Для цього використовуються *маркери вершини (vertices).* Як і точки контролю, вершини стають доступними під час роботи з інструментами редагування. До цих інструментів належать *інструменти лінії (Line Tool), дуги (Arc Tool) і сплайна (Freeform Tool).*

При виборі одного з перелічених вище інструментів маркери, що знаходяться у вершинах, набувають форму ромба. Щоб змінити положення вершини фігури, необхідно клацнути по ній лівою кнопкою миші і, утримуючи її, перемістити виділений маркер у потрібне місце.

Для збільшення об'єкта необхідно клікнути на ньому (виділити), підвести курсор до зеленого квадратика, зажати ЛКМ і перетягнути у відповідному напрямку, збільшуючи або зменшуючи зображення.

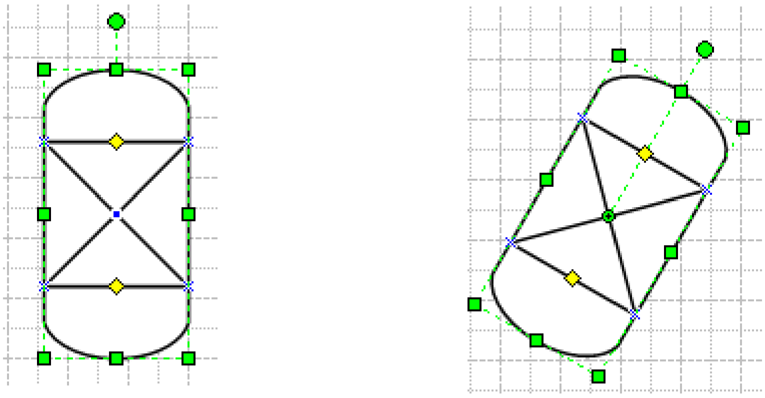


Рис. 5.4. Маркери виділення, збільшення та повороту об'єкта

Для з'єднання об'єктів між собою використовують з'єднувальні лінії, що знаходяться на панелі інструментів. Для того щоб вказати напрямки матеріальних та енергетичних потоків можна використовувати особливі кінці лінії.

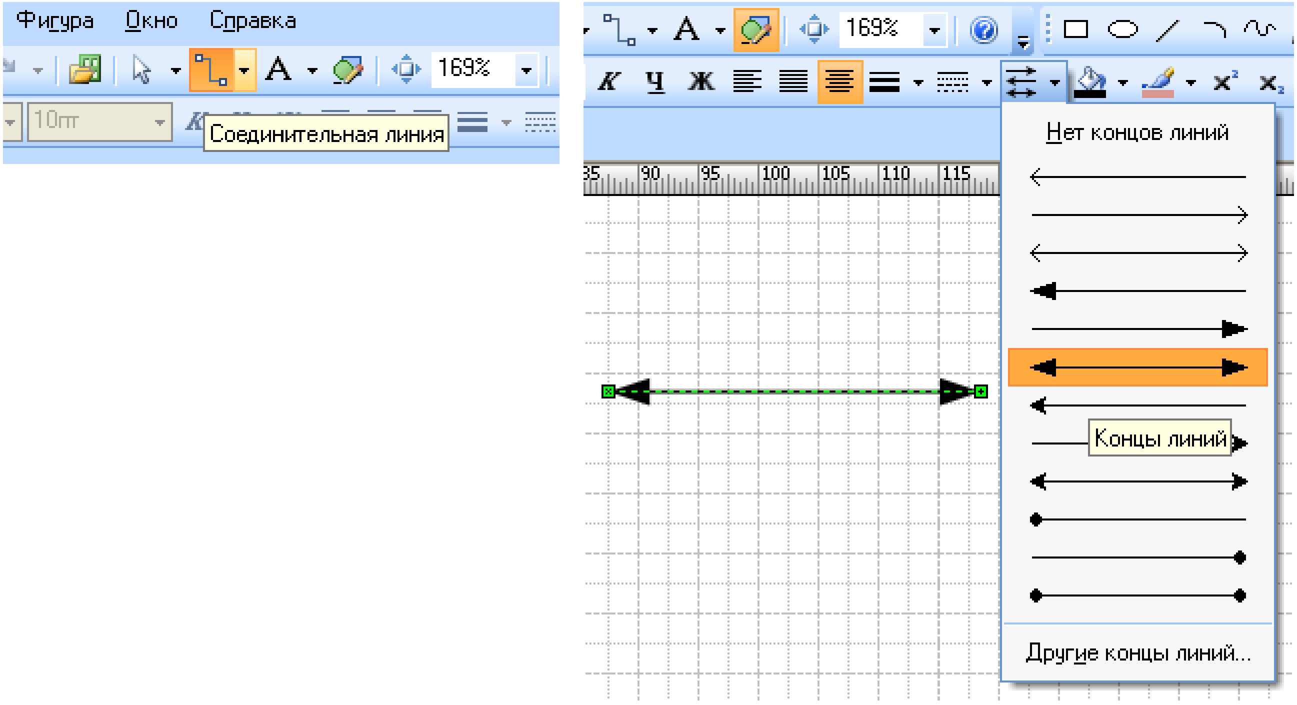


Рис. 5.5. З’єднувальні лінії та їх кінці

Вікно розміру і позиції (Size & Position Window). Дане вікно викликається за допомогою команди *Вид (View)/Вікно розміру і позиції (Size & Position Window).* З допомогу цього вікна можна вводити числові значення ширини (*Width*), висоти (*Height*), значення координат X і Y, кут повороту (*Angle*) фігури (рис. 5.6).

Контекстне меню. Натисканням правої кнопки миші на фігурі викликається контекстне меню. Крім стандартних команд (*Вирізати, Скопіювати, Вставити, Вид*), в ньому є два пункти: *Фігура (Shape)* і *Формат (Format)*, функції яких розглянуті нижче. Варто відзначити, що ці команди також можна викликати з відповідних меню або за допомогою панелі інструментів.



Рис. 5.6. Вікно розміру і позиції (*Size & Position Window*)

Пункти меню *Фігура (Shape).* Перелік команд, що містяться в даному пункті, необхідних для роботи з фігурами:

– *Згрупувати (Group)* – з’єднати виділені прості або складні фігури в одну складну фігуру;

– *Розгрупувати (Ungroup)* – розділяє складну фігуру на складові;

– *На передній план (Bring to Front)* – помістити виділену фігуру вище за всіх інших;

– *На задній план (Send to Back)* – помістити виділену фігуру нижче за всіх інших;

– *Повернути наліво (Rotate Left)* – повернути виділену фігуру проти годинникової стрілки на 90^{o};

– *Повернути направо (Rotate Right)* – повернути виділену фігуру за годинниковою стрілкою на 90^{o};

– *Відобразити вертикально (Flip Vertical)* – дзеркально відобразити виділену фігуру щодо горизонтальної прямої;

– *Відобразити горизонтально (Flip Horizontal)* – дзеркально відобразити виділену фігуру щодо вертикальної прямої;

– *Обертати текст (Rotate Text)* – повернути текст у фігурі проти годинникової стрілки на 90^{o}.

Пункти меню Формат (Format). Команди, що містяться в даному пункті, необхідні для роботи з фігурами:

– *Текст (Text)* – призначена для форматування тексту у фігурі;

– *Лінія (Line)* – призначена для форматування лінії за допомогою таких інструментів:

- *Колір (Color)* – дозволяє вибрати колір лінії з приведеної палітри;
- *Товщина лінії (Line Weight)* – дозволяє встановити необхідну товщину лінії;
- *Тип лінії (Pattern)* – визначає тип лінії, яка за умовчанням є суцільною;
- *Закінчення лінії (Line Ends)* – містить різні види закінчення лінії: стрілки різних форматів і кружечки;
- *Згладжування кутів (Corner Rounding)* – дозволяє встановити необхідне згладжування кутів фігури;
- *Кінець лінії (Cap)* – зміна типу кінця лінії, що за умовчанням має *закруглений вигляд (Round)*;

– *Заповнення (Fill)* – призначена для зміни кольору заливки фігури за допомогою інструментів:

- *Колір (Color)* – дозволяє вибрати колір заливки з приведеної палітри;
- *Рисунок (Pattern)* – дозволяє вибрати текстуру заливки з приведених варіантів;
- *Колір заливки (Pattern Color)* – дозволяє вибрати колір заливки;
- *Тінь (Shadow)* – інструмент, призначений для створення тіні фігури за допомогою вибору стилю тіні (Style), текстури і кольору.

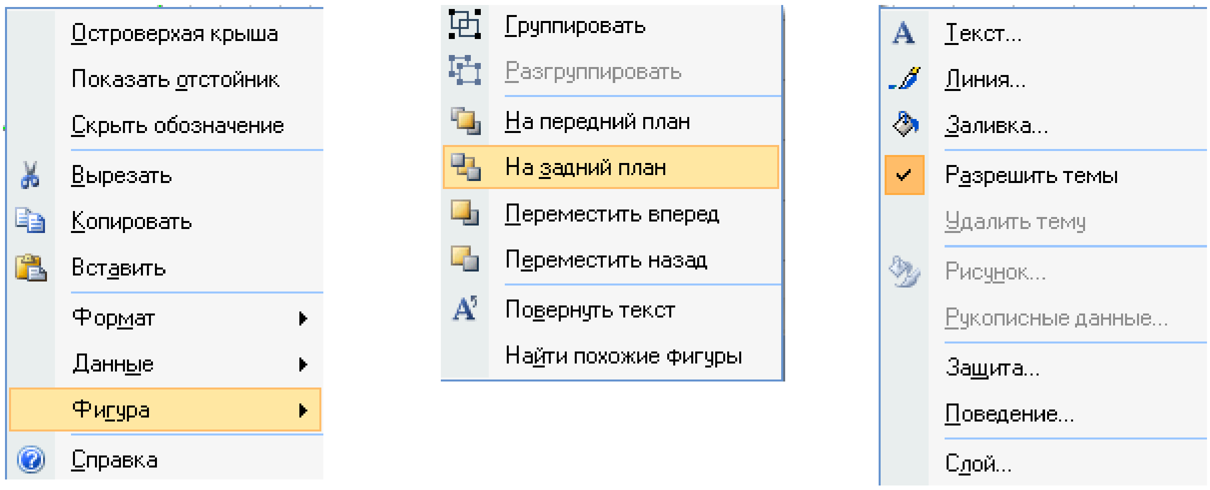


Рис. 5.7. Пункти меню *Фігура (Shape)* і *Формат (Format)*

Крім того, варто відзначити, що при форматуванні тексту, ліній і заливки також можна змінювати їх *прозорість (Transparency)* від 0 до 100 % залежно від необхідних завдань.

Лінійка (Ruler). У Visio лінійки розташовуються зліва і вверху вікна редагування. Шкала лінійки, використовувана у нинішній момент, залежить від масштабу зображення і від одиниць розмірності. За умовчанням нульова відмітка (точка відліку) кожної з лінійок відповідає лівому нижньому куту аркуша.

При роботі над документом може знадобитися перемістити точку відліку. Цей параметр можна набудувати в спеціальному *вікні діалогу Ruler & Grid*. Це вікно включає два розділи: настройку *лінійок (Ruler)* і настройку координатної *сітки (Grid)*.

Крім зсуву початку відліку, в описуваному вікні діалогу можна змінити частоту ділень лінійки. За умовчанням цей параметр встановлений у положення Fine (точно), що забезпечує максимально часте розташування ліній.

Сітка (Grid). Сіткою називаються недруковані горизонтальні і вертикальні штрихові лінії, що нанесені на весь лист і відображаються через рівні проміжки. Сітка дозволяє візуально оцінити розмір фігур, вставлених в аркуш, і відстань між ними.

Залежно від завдання параметри настройки сітки можуть бути змінені користувачем у вікні діалогу *Rulers & Grid*. У розділі *Grid* можна настроїти три параметри: *інтервал Grid spacing*, мінімальний інтервал *Minimum spacing* і точку початку координат *сітки Grid origin*.

Точка прив'язки. У Visio є недрукована точка прив'язки (*guide point*), яка дозволяє виділити один вузол на аркуші. Після виділення цей вузол набуває специфічної властивості – всі вершини, або точки з'єднання фігури, що потрапляють в область його видимості, автоматично поміщаються у вузол.

Для вставки точки прив'язки на лист використовується спеціальний інструмент *Guide point*, який знаходиться в лівому верхньому кутку, в місці перетину вертикальної і горизонтальної лінійок. У випадку, якщо лінійки приховані, цей інструмент стає недоступним.

Крім того, у точки прив’язки є зворотна властивість: при попаданні області видимості точки прив’язки в ключову точку фігури вона автоматично встановлюється в неї. Тобто незалежно від масштабу можна виконати візуальний зв’язок між фігурами, розмістивши у вершинах однієї з них точки прив’язки.

Лінії прив’язки (*vertical і horizontal guide*), як і точка прив’язки, дозволяють спростити позиціонування фігур на аркуші. На відміну від точки прив’язки вони дозволяють виділити всі вузли, лежачі на одній горизонтальній або вертикальній лінії. Усі інші властивості у них дуже схожі.

Параметри прив’язки і позиціонування. При використанні інструментів прив’язки за умовчанням встановлюється, що фігура може з’єднатися крапкою або лінією прив’язки тільки через маркер виділення, а точка прив’язки з фігурою – через точку з’єднання. Проте ці параметри можна змінити. Для настройки параметрів використовується спеціальне вікно діалогу *Прив’язка і позиціонування (Snap & Glue)*. Це вікно діалогу містить ряд прапорців, що встановлюють параметри прив’язки.

Не дивлячись на велику кількість фігур, представлених в стандартних трафаретах, вони не можуть задовільнити всіх потреб користувача. Це може виявлятися у відсутності необхідних фігур, які користувач вимушений створювати сам, а потім копіювати, або в розподілі необхідних фігур по великому числу трафаретів, що може значно ускладнити роботу. Єдиний простий вихід з цих складних ситуацій полягає в створенні призначеного для користувача трафарету, в якому міститимуться всі необхідні фігури.

У створенні трафарету є ще одна перевага: він є окремим файлом, який можна розповсюдити серед всіх зацікавлених користувачів.

Порядок виконання роботи

1. Побудувати принципову електричну схему автоматизації апарата, використовуючи об’єкти категорії *Electrical Engineering* згідно з індивідуальним завданням.

2. Побудувати креслення деталі або зразка використовуючи категорію *Mechanical Engineering* відповідно до індивідуального завдання.

3. Побудувати креслення технологічної схеми очистки викиду або стічних вод використовуючи категорію *Process Engineering* відповідно до індивідуального завдання.

4. Оформити звіт. Звіт повинен вміщувати назву лабораторної роботи, її мету, перелік завдань та роздруковані графічні завдання.

Контрольні запитання

1. Які категорії в *MS Visio 2007* відповідають за побудову електричних схем інженерних креслень та креслень схем автоматизації?

2. Чи можливо додати до рисунка елементів однієї категорії додати елементи іншої категорії?

3. Як збільшити об’єкт, що знаходиться в зоні рисунка?

4. Поясніть, що таке фігура. Назвіть її головну ознаку.
5. Для чого потрібні маркери лінії? У чому відмінність початкового маркера від кінцевого?
6. Для чого потрібні маркери виділення?
7. Для чого потрібні маркери контролю?
8. Для чого потрібні маркери з’єднання?
9. Для чого потрібні маркери обертання фігури і центра обертання фігури?
10. Для чого потрібні маркери вершин?
11. Поясніть призначення вікна розміру і позиції.
12. Поясніть призначення всіх опцій пункту контекстного меню *Фігура (Shape)*.
13. Поясніть призначення опцій *Текст, Лінія, Заповнення* і *Захист* пункту контекстного меню *Формат*.

Лабораторна робота 4 Побудова технологічних схем у графічному редакторі MS Visio

Мета роботи – створити майстра елементів будівельних креслень і освоїти створення планів приміщень з розстановкою устаткування.

Теоретичні відомості

Для створення документів, що містять схеми приміщень, таких як плани розташування очисних споруд, можна використовувати шаблони, що знаходяться в бібліотеці *Building Plan*. Для створення плану підприємств рекомендується використовувати шаблон План поверху (*Floor plan*).

Стіни. Створити трафарети стін можна за допомогою майстрів *Стіна (Wall)*, *Зовнішня стіна (Exterior Wall)*, *Закруглена стіна (Curved Wall)*. За умовчанням їх заливка сірого кольору, тому її колір потрібно змінити на білий для оформлення креслення згідно з нормативними вимогами.

За допомогою команди *Shape Action Properties* або команди *Properties* з контекстного меню викликається вікно, що дозволяє редагувати властивості стін. Розглянемо деякі пункти вікна:

– *Довжина стіни (Wall length)* – дозволяє змінювати довжину стіни;
– *Товщина стіни (Wall thickness)* – дозволяє змінювати товщину стіни;
– *Прив’язка стіни (Wall justification)* – дозволяє змінити положення маркерів прив’язки на стіні:

- Прив’язка по краях (*Edge*);
- Прив’язка по центру товщини стіни (*Center*);
- Призначені для користувача установки (*Custom*);

– *Сегмент стіни (Wall segment)*:

- Ділянка стіни (*Straight*);

- Закруглений (*Curved*); спеціальний маркер дозволяє змінювати радіус кривизни стіни, цей же параметр можна регулювати в пункті вікна *Радіус стіни* (*Wall radius*).

Решта пунктів вікна довідкова, і їх зміна не відображається на кресленні.

Майстер *Двері (Door)* володіє особливими параметрами. За умовчанням ця фігура має стандартний вигляд: двері відкриті всередину приміщення на 90^o. Для зміни ширини дверного отвору і відповідно самих дверей, використовується маркер управління, розташований в точці з'єднання дверного отвору і дверей. Інший маркер управління призначений для зміни кута відкриття дверей.

Сторона і напрям відкриття дверей встановлюється в меню *Shape Actions*: команда *Змінити відкриття вліво/вправо (Reverse Left/Right Opening)* міняє сторону, куди відкриватимуться двері (вліво або вправо), а команда *Змінити відкриття (Reverse In/Out Opening)* - напрям (всередину або назовні).

На технологічних кресленнях підприємств указуються тільки вхідні двері, а проходи в стінах можна позначити за допомогою майстра *Отвір (Opening)*. Його довжину можна змінювати аналогічно довжині дверей за допомогою маркерів довжини.

Вікна. Зображення вікна можна одержати за допомогою майстра *Window*. Звичайно у такий спосіб на технологічних кресленнях позначаються пластикові вікна. Довжина вікна змінюється за допомогою маркера або за допомогою команди *Shape S Action Properties*, де можна ввести задану ширину вікна *(width)*. Решта параметрів – довідкові і на кресленні не відображаються.

Для відображення вікна на будівельних кресленнях необхідно створити спеціальний трафарет за допомогою інструменту *Лінія (Line)*.

Вимірювання довжини. Лінійка для позначення будівельного розміру знаходиться в шаблонах *стіни*, *каркаси* і *структура (Walls, Shells & Structure)* під назвою Контроль вимірювань *(Controller Dimension)*.

Вимірювання площі простору. У шаблонах *стіни*, *каркаси* і *структура* (*Walls, Shells & Structure*) є майстер *Space (Простір)*, *L-Space (L-простір)* і *T-Space (T-простір)*, за допомогою яких можна зміряти площу приміщення за рахунок зміни довжини сторін майстра. Майстер *простір (Room)* призначений для вимірювання простого прямокутного приміщення, інші майстри – для приміщень з складнішим контуром.

Для зміни положення маркерів і створення закруглених контурів використовується інструмент *Олівець (Pencil)*.

Щоб зміряти і ширину, і довжину приміщення одночасно, можна використовувати майстер *Розміри кімнати (Room dimensions)* з трафарету *стіни, каркаси і структура (Walls, Shells & Structure)*.

Встановити параметри відображення (Set Display Options). Дана команда дозволяє відображати тим або іншим чином будівельні елементи.

Порядок виконання роботи

1. Виконати команду *Файл – новый*, і вибрати категорію *Map*.
2. Вибрати підкатегорію *Directional Map*.

3. Побудувати карту-схему або ситуаційний план підприємства згідно індивідуального завдання.

4. Вибрати категорію *Building plan.*

5. Накреслити план цеху з розміщенням природоохоронного або очисного устаткування згідно індивідуального завдання.

6. Оформити звіт. Звіт повинен вміщувати назву лабораторної роботи, її мету, перелік завдань та роздруковані графічні завдання.

Контрольні запитання

1. Які є групи категорій в MS Visio?
2. Як додати до рисунка об'єкт з відповідної категорії?
3. Які є стандартні формати аркуша, який максимальний розмір полів можна задати ?
4. Які геометричні фігури є в MS Visio?
5. Як додати текстову область?
6. Яким чином створюються майстри стін? Які їх параметри можна змінювати?
7. Яким чином створюються майстри вікон? Які їх параметри можна змінювати?
8. Яким чином створюються майстри дверей? Які їх параметри можна змінювати?
9. Як вимірювати довжину в Visio?
10. Як вимірювати площу простору?
11. Як можна змінювати параметри відображення для стін, дверей, вікон, просторів?

Лабораторна робота 5. Створення конструкторської документації у КОМПАС-Графік

Мета роботи – ознайомлення з інтерфейсом і можливостями проектування за допомогою графічного редактора КОМПАС-Графік.

Теоретичні відомості

Креслярський редактор КОМПАС-Графік надає найширші можливості автоматизації проектно-конструкторських робіт у різних галузях промисловості. Він успішно використовується в машинобудівному проектуванні, при проектно-будівельних роботах, складанні різних планів і схем (рис. 5.8).

КОМПАС-Графік може використовуватися як повністю інтегрований в КОМПАС-3D модуль роботи з кресленнями і ескізами, а також як самостійний продукт, що повністю вирішує завдання 2D проектування і випуску документації.

Система орієнтована на повну підтримку стандартів ЕСКД. При цьому вона володіє можливістю гнучкого настроювання на стандарти підприємства.

Засоби імпорту/експорту графічних документів (КОМПАС-Графік підтримує формати DXF, DWG, IGES) дозволяють організувати обмін даними з суміжниками і замовниками, що використовують будь-які креслярсько-графічні системи.

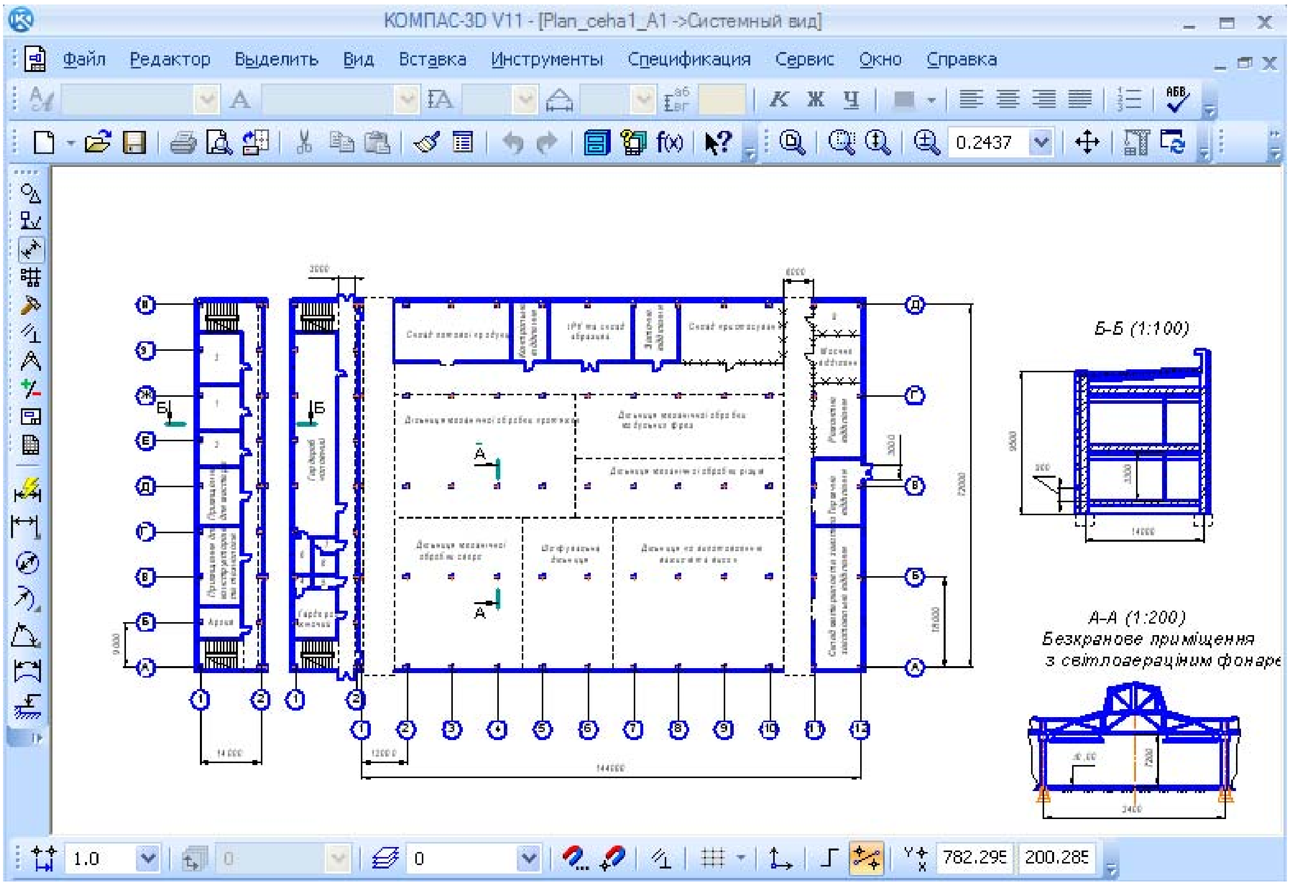


Рис. 5.8. Інтерфейс модуля КОМПАС-График з прикладами виконання плану та розрізу будівлі

Весь функціонал КОМПАС-Графік підпорядкований цілям швидкісного створення високоякісних креслень, схем, розрахунково-пояснювальних записок, технічних умов, інструкцій і інших документів.

КОМПАС-Графік має такі переваги:

– продуманий і зручний призначений для користувача інтерфейс, що робить роботу конструктора швидкою і такою, що приносить задоволення;

– багатодокументний режим роботи з кресленнями;

– різноманітні способи і режими побудови графічних примітивів (зокрема ортогональне креслення, прив'язка до сітки і т.д.);

– потужні засоби створення параметричних моделей для часто вживаних типових деталей або складальних одиниць;

– створення бібліотек типових фрагментів без будь-якого програмування;

– використання будь-яких стилів ліній, штрихувань, текстів;

– численні способи проставляння розмірів і технологічних позначень;

– автопідбір допусків і відхилень;

– швидкий доступ до типових текстів і позначень;
– вбудований текстовий редактор;
– вбудований табличний редактор.

КОМПАС-Графік автоматично генерує асоціативні види тривимірних моделей (зокрема розрізи, перетини, місцеві види, види по стрілці). Всі вони асоційовані з моделлю: зміни в моделі приводять до зміни зображення на кресленні.

Стандартні види автоматично будуються в проекційному зв'язку. Дані в основних написів креслення (позначення, найменування, маса) синхронізуються з даними з тривимірної моделі.

Формування специфікацій. Система проектування специфікацій дозволяє випускати різноманітні специфікації, відомості й інші табличні документи.

Специфікація може бути асоціативно пов'язана зі складальним кресленням (одним або декількома його аркушами) і тривимірною моделлю збірки.

Можлива автоматична передача даних з креслення або моделі в специфікацію або із специфікації у підключені до неї документи. Із специфікації в креслення передаються номери позицій компонентів збірки (стандартних виробів, деталей і т.д.). Зі складального креслення в специфікацію передаються номери зон, в яких розташовано зображення відповідних компонентів збірки. З моделей деталей і складальних одиниць у специфікацію передаються найменування, позначення, маса та інші дані.

Якщо в складальне креслення вставлені зображення стандартних елементів з прикладних бібліотек, то інформація про них передається в специфікацію.

Система проектування специфікацій підтримує заповнення розділів і підрозділів і стандартне сортування рядків усередині них. Правила сортування рядків за умовчанням відповідають стандарту і при необхідності вони можуть бути змінені користувачем.

Різноманітність параметрів і настройок, особливо застосування призначених для користувача бланків, дозволяє створювати не тільки специфікації ГОСТів. Механізми модуля розробки специфікацій відмінно підходять для роботи з різними відомостями, переліками, каталогами і списками: їх рядки можна нумерувати, сортувати, пов'язувати з документами і графічними об'єктами і т.д. Комбінуючи різні настройки специфікації, можна створювати відомості специфікацій, відомості посилальних документів, відомості закупівлі виробів, таблиці з'єднань, листи реєстрації змін і інші документи.

Спільна робота КОМПАС з іншими системами CAD/CAM/CAE. АСКОН приділяє велику увагу забезпеченню зручного і швидкого обміну інформацією з іншим ПЗ САПР. КОМПАС VX Plus містить різні конвертори для обміну даними з іншими системами проектування, для інженерних розрахунків, підготовки управляючих програм і т.д. Функції імпорту даних з більшості форматів, а також деякі функції експорту надаються користувачам КОМПАС VX Plus безкоштовно. До них належать:
– читання графічних файлів форматів DXF, DWG і IGES;
– читання файлів тривимірних моделей форматів IGES, SAT, XT, STEP;

– запис файлів тривимірних моделей форматів IGES, SAT, XT, STEP, VRML і STL;

– запис даних специфікації у формати DBF і Microsoft Excel;

– запис документів КОМПАС в різні растрові формати (TIFF, GIF, JPEG, BMP, PNG, TGA);

– читання і запис текстових файлів форматів ASCII (DOS), ANSI (Windows); читання текстових файлів формату RTF.

Деякі конвертори для експорту і імпорту даних є окремими компонентами системи. Використовуючи їх, можна виконати:

– запис графічних файлів форматів DXF, DWG і IGES;

– читання файлів формату PDIF (P-CAD);

– читання файлів *.model системи CATIA 4 в КОМПАС-Графік.

Інтеграція з САПР SolidWorks, Unigraphics, SolidEdge забезпечується за рахунок підтримки в КОМПАС VX Plus читання і записи даних Parasolid.

Конвертер текстових конструкторських документів призначений для отримання у форматах КОМПАС Переліку елементів і Специфікації на вироби, розроблені в системах Р-СЛБ і ОРСАБ. Одержані документи можуть бути при необхідності доопрацьовані стандартними засобами КОМПАС.

Порядок виконання роботи

1. Запустити програму КОМПАС.
2. Ознайомитись з інтерфейсом та функціями.
3. За допомогою інструментальної панелі геометрії та креслення (рис. 5.9) виконати креслення деталей, апаратів або архітектурних креслень згідно з індивідуальним завданням.
4. Оформити звіт. Звіт повинен вміщувати назву лабораторної роботи, її мету, перелік завдань та роздруковані графічні завдання.

Контрольні запитання

1. Як формується специфікація розробленої деталі у системі КОМПАС?
2. Що є інтерфейсом програми Компас?
3. Яке призначення шарів в програмі Компас?
4. Збереження креслення в програмі Компас. Формати креслення (*.dwg, *.dxf, *.iges) і особливості їх застосування.
5. Як нанести розміри в програмі Компас?
6. Які існують способи введення команд у програмі Компас?

Лабораторна робота 6. Моделювання виробів в КОМПАС-3D

Мета роботи – ознайомлення з інтерфейсом і можливостями проектування тримірних моделей за допомогою графічного редактора КОМПАС-3D.

Теоретичні відомості

Моделювання виробів, деталей машин та елементів очисних споруд в КОМПАС-3D можна вести різними способами: знизу вверх (використовуючи готові компоненти), зверху вниз (проектуючи компоненти в контексті конструкції), спираючись на компонувальний ескіз (наприклад, кінематичну схему) або змішаним способом. Така ідеологія забезпечує отримання асоціативних моделей, що легко модифікуються.

Система володіє потужними функціональними можливостями для роботи над проектами, що включають декілька тисяч підзборок, деталей і стандартних виробів. Вона підтримує всі можливості тривимірного твердотільного моделювання, що стали стандартом для САПР середнього рівня:

– булеві операції над типовими формоутворювальними елементами;

– створення поверхонь;

– асоціативне завдання параметрів елементів;

– побудова допоміжних прямих і площин, ескізів, просторових кривих (ламаних, сплайнів, різних спіралей);

– створення конструктивних елементів – фасок, скруглень, отворів, ребер жорсткості, тонкостінних оболонок;

– спеціальні можливості, що полегшують побудову форм для ливарень, – ливарні похили, лінії роз’єднань, порожнини за формою деталі (зокрема із завданням усадки);

– створення будь-яких масивів формоутворювальних елементів і компонентів складок;

– вставка в модель стандартних виробів з бібліотеки, формування призначених для користувача бібліотек моделей;

– моделювання компонентів у контексті збірки, взаємне визначення деталей у складі збірки;

– накладення з’єднань на компоненти збірки (при цьому можливість автоматичного накладення з’єднань істотно підвищує швидкість створення збірки);

– виявлення взаємопроникнення деталей;

– можливість гнучкого редагування деталей і складок;

– перевизначення параметрів будь-якого елемента на будь-якому етапі проектування, що викликає перебудову всієї моделі.

Новизна останніх версій КОМПАС-3D Vx – це функціональне покращення моделювання деталей з листового матеріалу, набір команд для створення листового тіла, згинів, отворів і вирізів у листовому тілі, замикання кутів, а також

виконання розгортки одержаного листового тіла (зокрема формування асоціативного креслення розгортки).

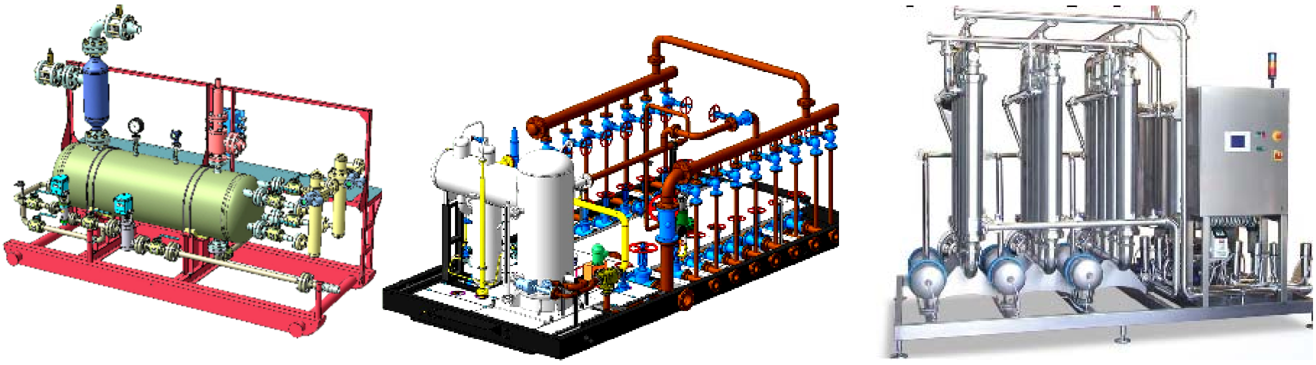


Рис. 5.9. Варіанти виконання трубопровідної обв'язки за допомогою КОМПАС-3D

Нові можливості КОМПАС-3D Vx не обмежуються тільки функціями гнучкості вони мають можливості щодо закладки документів, виконання колірних схем, збереження профілів користувачів, удосконалення в роботі з параметричними змінними, масивами елементів, растровими об'єктами – ці і десятки інших функцій роблять роботу проектувальника ще зручнішою і ефективнішою, ніж раніше.

Порядок виконання роботи

1. Запустити програму КОМПАС-3D.
2. Вивчення основних елементів інтерфейсу системи КОМПАС-3 D.
3. Загальні принципи моделювання та створення об'ємних моделей.
4. Ознайомлення з ескізом, операцією та контуром у системі КОМПАС-3D.
5. Вивчення основних термінів, що використовуються при описанні тривимірних моделей.
6. Навчитись створювати компоненти тривимірних моделей вичавлюванням та обертанням.
7. Оформити звіт. Звіт повинен вміщувати назву лабораторної роботи, її мету, перелік завдань та роздруковані графічні завдання.

Контрольні запитання

1. Яке призначення системи КОМПАС-3D?
2. Які операції з компонентами зборки можна виконувати у системі КОМПАС-3D?
3. Які модулі містить система КОМПАС-3D?
4. Що таке твердотільне тривимірне моделювання?
5. Яке призначення вбудованого модуля розрахунку масово-інерційних характеристик системи КОМПАС-3D?
6. Які системи координат використовується у КОМПАС-3D?

Лабораторна робота 7. Використання CorelDraw для створення робочих креслень

Мета роботи – ознайомлення з інтерфейсом і вивчення загальних можливостей створення креслень в CorelDraw.

Теоретичні відомості

CorelDraw підходить для виконання практично будь-якого графічного проекту. Істотне підвищення потужності, швидкодії і точності досягнуте за рахунок використання багатодокументного інтерфейсу (MDI) і 32-розрядної обробки даних.

Багатовіконний інтерфейс (MDI) дозволяє проглядати декілька вікон одного або різних документів одночасно. Цей засіб зручний при копіюванні або перенесенні об’єктів з одного файлу в інший, а також при необхідності бачити один і той же файл в різних режимах.

Програма CorelDraw 6 дозволяє оновлювати ескіз, що використовується для попереднього перегляду графічного файлу перед його відкриттям. Цей засіб зберігає час і пам’ять при невеликій зміні складного рисунка.

Заголовок вікна розташовується в верху вікна. Він містить ім’я файлу, з яким йде робота, і використовується для зміни положення вікна CorelDraw на екрані. У правому кутку заголовка розташовані кнопки згортання, розгортання і закриття вікна CorelDraw. Згорнуте вікно відображається як кнопка на панелі завдань.

Велику частину екрана займає *вікно документа*. Розташований в центрі прямокутник з тінню відповідає друкарській сторінці. Звичайно друкується тільки частина документа, що знаходиться усередині друкарської сторінки.
У режимі редагування одночасно відображаються контури і заливки нарисованих об’єктів. Цей режим автоматично встановлюється відразу після запуску CorelDraw. У режимі каркаса відображаються тільки контури об’єктів. У цьому режимі оновлення екрана виконується набагато швидше. В більшості випадків перехід в режим каркаса приводить до істотного підвищення швидкодії програми.

Горизонтальна і вертикальна *смуги прокрутки* призначені для виведення областей поточного вікна, що не уміщаються на екрані. Це особливо зручно, якщо масштаб проглядання документа збільшений. При спробі перетягання покажчика за межі вікна документа зображення в поточному вікні прокручується автоматично. Щоб включити або відключити автопрокрутку, встановіть або зніміть однойменний прапорець на вкладці «Екран» у вікні діалогу *Параметри*.

На кінцях кожної смуги прокрутки розташовані кнопки із стрілками, направленими в протилежні сторони. При одноразовому натисненні однієї з цих кнопок зображення у вікні документа трохи прокручується у вказаному напрямі. Для прискорення прокрутки не відпускайте ліву кнопку миші після натиснення кнопки прокрутки.

Головне меню розташоване вверху екрана відразу під заголовком вікна. Воно містить назви *меню*. Якщо клацнути назву меню, на екрані з'явиться список команд, призначених для доступу до різних функцій CorelDraw.

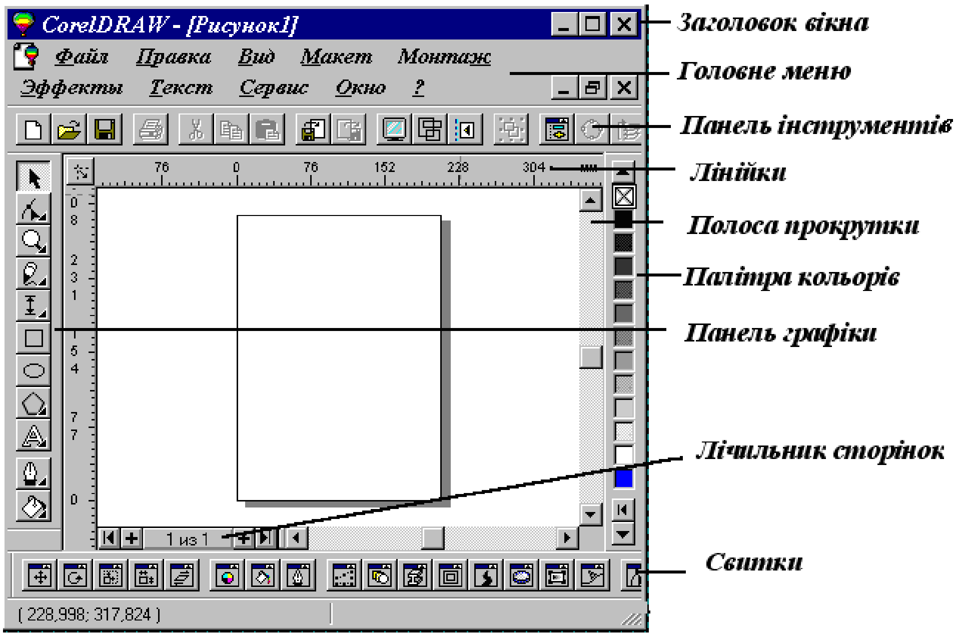


Рис. 5.10. Інтерфейс CorelDraw

У рядку стану відображаються відомості про виділений об'єкт або команду. За умовчанням *рядок стану* розташовується внизу екрана під палітрою кольорів. При бажанні рядок стану можна перемістити у верхню частину екрана. Крім того, можна залишити в рядку стану тільки один рядок або взагалі приховати її. Для зміни параметрів рядка стану використовуйте контекстне меню. Для його висновку клацніть рядок стану правою кнопкою миші.

Панель графіки забезпечує доступ до перерахованих нижче інструментів CorelDraw. Щоб перемістити панель графіки в будь-яке місце екрана, вкажіть на область, що оточує інструменти, і перетягнете на нове місце. Якщо панель опиниться в центрі екрана, вона стане переміщуваною і у неї з'явиться заголовок. Після переміщення панелі до будь-якого з чотирьох країв екрана вона стане закріпленою у цього краю екрана. Інструменти, забезпечені маленьким трикутником у нижньому правому кутку, здатні розкриватися. Щоб розкрити такий інструмент, не відпускайте ліву кнопку миші після її натиснення або просто клацніть цей трикутник. Інструменти, що розкриваються, можна відірвати від панелі графіки і зробити переміщуваними подібно до самої панелі графіки. Панелі інструментів забезпечують швидкий доступ до найбільш часто використовуваних засобів CorelDraw. Усі засоби, доступні з панелі інструментів, можуть бути також вибрані в меню. Якщо вказати на панель інструментів і натиснути праву кнопку миші, на екрані з'явиться контекстне меню, за допомогою якого можна вивести або приховати панелі управління "Текст", "Масштаб", "Свитки" і "Робоча область". Щоб відкрити вікно діалогу *Панелі інструментів*, виберіть команду *Панелі інструментів* в контекстному меню. З його допомогою можна вказати, які панелі інструментів слід відображати на екрані, а також змінити їх

розміри і набір кнопок на них. Щоб настроїти панель інструментів, натисніть клавішу *SHIFT* і, не відпускаючи її, виділіть і перетягніть кнопку. Щоб видалити кнопку з панелі інструментів, перетягніть її за межі панелі інструментів, не поміщаючи ні на яку іншу панель інструментів. Крім того, кнопку можна перетягнути на інше місце на тій же панелі інструментів.

Вікна діалогу CorelDraw використовуються для управління такими операціями, як друк, зміна оформлення тексту і т.п. У користувачів, знайомих з іншими додатками Windows, не повинно виникнути ніяких складнощів при роботі з цими вікнами діалогу. Для отримання додаткових відомостей про вікна діалогу Windows зверніться до документації з Windows.

Для вирівнювання об'єктів у документі використовуйте сітку і що направляють. Обидва засоби володіють можливістю прив'язки. Якщо прив'язка включена, горизонтальне, вертикальне або похиле вирівнювання об'єктів здійснюється автоматично. Існує можливість прив'язки об'єктів не тільки до сітки або напрямної лінії, але і до інших об'єктів. Таким чином зручно рисувати об'єкти одного розміру, а також вирівнювати групи об'єктів. Сітка – набір пунктирних ліній, рівномірно розташованих на екрані. Для зміни кроку і інших параметрів сітки скористайтеся вікном діалогу *Настройка сітки і лінійки*. Щоб відкрити це вікно діалогу, виберіть команду *Сітка і лінійка* в меню *Макет*.

CorelDraw має можливість створення багатосторінкових документів. Число сторінок в поточному документі відображається в полі лічильника сторінок у нижньому лівому кутку вікна документа. Для переходу до наступної або повернення до попередньої сторінки натисніть кнопку із стрілкою справа або зліва від поля лічильника сторінок відповідно.

Для спрощення завдання положення і розмірів об'єктів можна вивести лінійки зліва від вікна документа і над ним. Щоб змінити положення початку координат (0,0), клацніть кнопку, розташовану на перетині лінійок, а потім перетягніть перехрестя лінійок на потрібне місце. Після відпуску кнопки миші початок координат переміститься у вказане місце. При прокрутці зображення у вікні документа автоматично виконується синхронна прокрутка лінійок.

Створення будь-якого документа починається з описання макету сторінки у вікні діалогу *Макет сторінки*. Поточний набір параметрів, вибраних в цьому вікні діалогу, відображається у області перегляду. У міру зміни параметрів вміст області перегляду змінюється відповідним чином. Щоб створити новий документ; виберіть команду *Створити* в меню *Файл*, а потім команду *Документ*. На екрані з'явиться друге вікно документа. Вікна будуть розташовані каскадом.

Користувач може настроїти робоче середовище CorelDraw на свій смак. За допомогою вікон діалогу *Параметри* і *Настройка* можна задати зсув дублікатів і клонів, дію, яку слід виконувати при запуску CorelDraw, період резервування, граничне число відмін, властивості інструментів і багато що інше. Вікно діалогу *Параметри* містить параметри, що визначають спосіб відображення об'єктів CorelDraw на екрані і порядок виконання деяких операцій. Ці параметри можуть бути змінені у будь-який час. Вікно діалогу *Настройка* містить па-

раметри, що визначають вид CorelDraw і реакцію додатка на дії користувача. Ці параметри можуть бути змінені у будь-який час.

Щоб викликати контекстне меню об’єкта, клацніть його правою кнопкою миші. Набір команд у контекстному меню залежить від того, який елемент виділений і який інструмент використовується. Як було відмічено вище, набір команд в контекстному меню визначається типом виділеного об’єкта. Меню *Властивості* призначене для перегляду і зміни властивостей об’єкта.

Щоб завершити роботу з CorelDraw, виберіть команду *Вихід* в меню *Файл*. Якщо після останнього збереження документа були внесені які-небудь зміни, користувачу буде запропоновано зберегти змінений документ перед виходом. Щоб зберегти змінений документ, натисніть кнопку «Так». Додаткові відомості про стилі і шаблони CorelDraw містяться в довідковій системі. Щоб завершити роботу з CorelDraw, натисніть клавіші *ALT + F4* або кнопку закриття, розташовану у верхньому правому кутку вікна додатку.

Порядок виконання роботи

1. Запустити програму CorelDraw.
2. Ознайомитись з інтерфейсом та функціями.
3. За допомогою інструментальної панелі виконати креслення ескізу згідно з індивідуальним завданням.
4. Оформити звіт. Звіт повинен вміщувати назву лабораторної роботи, її мету, перелік завдань та роздруковані графічні завдання.

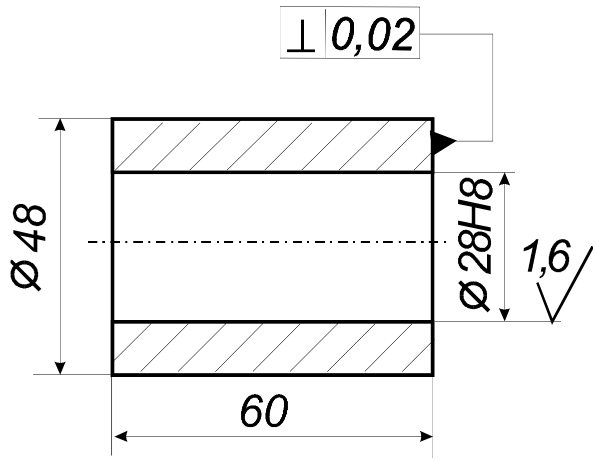


Рис. 5.11. Приклад виконання операційного ескізу в CorelDraw

Контрольні запитання

1. Яке призначення системи CorelDraw?
2. Що дозволяє використовувати інтерфейс CorelDraw?
3. Для управління якими операціями використовують вікна діалогу CorelDraw?
4. Який порядок створення документа у CorelDraw?
5. Як настроїти робоче середовище у CorelDraw?

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Склад, порядок розробки, узгодження й затвердження проектної документації для будівництва ДБН А.2.2-3-2004. – К.: Держбуд України, 2004. – 35 с.

2. Склад, порядок розробки, узгодження й затвердження проектної документації для будівництва ДБН А.2.2-3-2012. – К.: Держбуд України, 2012. – 32 с.

3. Единая система конструкторской документации / С. С. Борушек, А. А. Волков и др. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 352 с.

4. Инженерная защита территорий от затопления и подтопления СНиП 2.06.15-85. – М.: Госстрой СССР, 1985. – 32 с.

5. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затв. Наказом Міністерства охорони здоров’я України 19.06.96, № 173. – К.: 1996- 53 с.

6. Правила встановлення вартості будівництва : ДБН Д.1.1-1-2000. – К.: Держбуд України, 2000. – 203 с.

7. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. ДБН А.2.2-1-2003. – К.: Держбуд України, 2004. – 21 с.

8. Наумчук О. М. Основи систем автоматизованого проектування : Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. – Рівне: НУВГП, 2008. – 136 с.

9. Ладиженський В. М. Конспект лекцій з дисципліни «Проектування природоохоронних споруд та заходів» (для студентів 5 курсу денної та 6 курсу заочної форм навчання за спеціальністю 7.070801 (7.04010601) «Екологія та охорона навколишнього середовища») / В. М. Ладиженський, А. В. Іщенко. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 26 с.

10. Бєлкін Д. І. Основи проектування / Д.І. Бєлкін: Рубіжанський філіал СНУ імені Володимира Даля, 2003. – 475 с.

11. Кондаков А. И. САПР технологических процесов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Кондаков. – М.: Академия, 2007. – 272 с.

12. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп / И. П. Норенков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 336 с.

13. Козлов А. П. Основи систем автоматизованого проектування: Конспект лекцій / А. П. Козлов, М. І. Кринецький. – К: НАУ, 2003. – 86 с.

14. Информационные технологии в САПР. Вычислительные сети и компьютерная графика : учеб. пособие / С.А. Васильев, В.Е. Подольский, И. В. Милованов, В.И. Лоскутов. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 80 с.

15. Дворецкий С. И., Кормильцин Г. С., Калинин В. Ф. Основы проектирования химических производств : учеб. пособие. М.: Машиностроение-1, 2005. – 280 с.

16. Карпов Б. Visio 2002: краткий курс. – СПб: Питер, 2002. – С. 154–183.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 – Терміни та визначення

Терміни	**Визначення**
1	2
Передпроектні роботи	Роботи, які можуть виконуватись до початку процесу проектування для визначення принципових об’ємно-просторових та містобудівних рішень: –розробка попередніх концептуальних архітектурних пропозицій (фор-ескізи); –розробка пропозицій щодо розміщення об’єктів будівництва на земельних ділянках (обгрунтування місця розміщення, необхідної території та умов будівництва); –опрацювання інженерної характеристики об’єкта і складання опитувальних листів; –складання завдання на інженерні вишукування; –складання завдання на проектування; –обміри та обстеження будівель, які підлягають реконструкції; –переоснащенню, розширенню, переплануванню або надбудові; –інші види робіт, необхідні для початку процесу проектування
Проектні роботи	Роботи, які пов’язані зі створенням проектної документації для будівництва
Проектна документація	Затверджені у встановленому порядку текстові та графічні матеріали, якими визначаються містобудівні, об’ємно-планувальні, архітектурні, конструктивні, технічні, технологічні рішення, а також кошториси об’єктів будівництва
Містобудівна документація	Затверджені у встановленому порядку текстові і графічні матеріали, якими регулюється планування, забудова та інше використання територій
Стадії проектування	Складові частини проектної документації: • ескізний проект (ЕП); • техніко-економічне обгрунтування (ТЕО); • техніко-економічний розрахунок (ТЕР); • проект(П); • робочий проект (РП); • робоча документація (Р).

Продовження таблиці А.1

1	2
Договір	Основний організаційно-правовий документ, який регламентує взаємовідносини між замовником та проектувальником
Ліцензія	Документ державного зразка, який засвідчує право ліцензіата на провадження зазначеного в ньому виду діяльності протягом визначеного строку за умови виконання ліцензійних умов
Інвестор	Юридичні (фізичні) особи України, іноземних держав, а також держави, які приймають рішення про вкладення власних, запозичених або залучених коштів в об'єкти будівництва та забезпечують фінансування їх спорудження
Інвестиції	Майнові та інтелектуальні цінності, що вкладаються в об'єкти підприємницької та інших видів діяльності, в результаті чого створюється прибуток (доход) або досягається соціальний ефект
Замовник	Інвестор або інша юридична (фізична) особа, яка за дорученням інвестора видає замовлення на виконання проектно-вишукувальних робіт і на будівництво об'єкта, укладає договори (контракти), контролює хід будівництва, здійснює технічний нагляд, приймає закінчені роботи (послуги), проводить розрахунки та здає об'єкт в експлуатацію
Капітальні вкладення	Інвестиції у відтворення основних фондів і на приріст матеріально-виробничих запасів
Державні капітальні вкладення	Кошти Державного бюджету України, місцевих бюджетів, державних цільових фондів та кошти державних підприємств
Недержавні капітальні вкладення	Капіталовкладення, що здійснюються за рахунок коштів інвесторів з недержавними формами власності
Будова	Сукупність будинків та споруд (об'єктів), будівництво та реконструкція яких здійснюється, як правило, за єдиною проектно-кошторисною документацією із зведеним кошторисним розрахунком вартості будівництва, на яку у встановленому порядку затверджується титул будови
Черга будівництва	Визначена проектною документацією частина будови (об'єкта) виробничого або цивільного призначення, яка після введення її в експлуатацію частково забезпечує випуск продукції або надання послуг за основною номенклатурою

Продовження таблиці А.1

1	2
Пусковий комплекс	Визначена проектною документацією частина будови (об'єкта) виробничого або цивільного призначення, яка після введення її в експлуатацію забезпечує випуск продукції або надання послуг на об'єктах підсобного та обслуговуючого призначення за відповідною супровідною номенклатурою і може експлуатуватися за розсудом інвестора до випуску продукції або надання послуг на повну проектну потужність за основною номенклатурою
Об'єкт будівництва	Окремий будинок або споруда (з усім устаткуванням, яке до них належать, інструментом і реманентом, галереями, естакадами, внутрішніми інженерними мережами водопостачання каналізації, газопроводу, теплопроводу, електропостачання, радіофікації, підсобними і допоміжними надвірними будівлями, благоустроєм та іншими роботами і витратами), на будівництво, реконструкцію яких повинні бути складені окремо проект і кошторис. Якщо на будівельному майданчику за проектом (робочим проектом) споруджується тільки один об'єкт основного призначення, то поняття "об'єкт будівництва" збігається з поняттям "будова"
Об'єкт виробничого призначення	Об'єкти матеріального виробництва
Об'єкт цивільного призначення	Об'єкти житлового та комунального господарства, заклади охорони здоров'я, фізкультури, соціального забезпечення, освіти, культури, мистецтва, а також науково-дослідні та інші організації, пов'язані з розвитком науки
Нове будівництво	Будівництво комплексу об'єктів основного, підсобного та обслуговуючого призначення новостворюваних підприємств, будинків, споруд, а також філій і окремих виробництв, що здійснюється на вільних площах із метою створення нової виробничої потужності або надання послуг, які після введення в експлуатацію будуть знаходитись на самостійному балансі
Реконструкція	Перебудова існуючих об'єктів виробничого та цивільного призначення, пов'язана з удосконаленням виробництва, підвищенням його техніко-економічного рівня та якості вироблюваної продукції, поліпшенням умов експлуатації та проживання, якості послуг, зміною основних техніко-економічних показників (кількість продукції, потужність, функціональне призначення, геометричні розміри)

Продовження таблиці А.1

1	2
Технічне переоснащення об'єктів виробничого призначення	Комплекс заходів щодо підвищення техніко-економічного рівня окремих виробництв, цехів та дільниць на основі впровадження передової техніки та технології, механізації й автоматизації виробництва, модернізації та заміни застарілого і фізично зношеного устаткування новим, більш продуктивним, а також щодо удосконалення загальнозаводського господарства та допоміжних служб. Технічне переоснащення діючих підприємств здійснюється, як правило, без розширення виробничих площ за проектами і кошторисами на окремі об'єкти або види робіт
Тендер	Форма розміщення замовлення на виконання проектних робіт та будівництва об'єкта, що передбачає відбір підрядника шляхом оцінки його пропозицій і умов, за яких він згоден виконати замовлення
Конкурс	Форма розміщення замовлення на проектування на підставі висновків архітектурного конкурсу з метою відбору оптимального проектного рішення та проектувальника для даних умов
Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС)	Визначення масштабів і рівнів впливів планованої діяльності на навколишнє середовище, заходів щодо запобігання або зменшення цих впливів, прийнятності проектних рішень з точки зору безпеки навколишнього середовища
Навколишнє середовище	Сукупність природних, соціальних (включаючи середовище життєдіяльності людини) і техногенних умов існування людського суспільства
Навколишнє природне середовище	Сукупність природних чинників і об'єктів навколишнього середовища, що мають природне походження або розвиток
Навколишнє соціальне середовище	Сукупність соціально-побутових умов життєдіяльності населення, соціально-економічних відносин між людьми, групами людей, а також між ними і створюваними ними матеріальними і духовними цінностями
Середовище життєдіяльності людини	Навколишнє середовище території населених пунктів, курортних та рекреаційних зон, водні об'єкти, призначені для господарсько-питного та рекреаційного використання, землі сільгоспугідь
Навколишнє техногенне середовище	Штучно створена частина навколишнього середовища, що складається з технічних і природних елементів

Продовження таблиці А.1

Об'єкти впливу (реципієнти)	Об'єкти і компоненти навколишнього середовища чи їх окремі елементи, на які здійснюється вплив планованої діяльності
Джерела впливу	Техногенні та природні об'єкти (або їх складові частини), процеси і явища, що впливають на навколишнє середовище
Вплив	Привнесення в навколишнє середовище чи вилучення з нього будь-якої матеріальної субстанції або інші дії, що викликають зміни його стану
Вплив нормативний	Вплив на навколишнє середовище, що здійснюється в припустимих межах і не викликає понаднормативних змін
Стан нормативний	Стан території (акваторії), за якого кількісні і якісні характеристики компонентів навколишнього середовища відповідають існуючим нормам і вимогам
Фон прогнозований	Прогнозна оцінка стану навколишнього середовища на розрахунковий період із урахуванням змін інфраструктури території, але без урахування планованої діяльності
Стан прогнозований	Прогнозна оцінка стану навколишнього середовища на розрахунковий період із урахуванням змін інфраструктури території та реалізації планованої діяльності
Ризик	Ступінь імовірності певного негативного впливу на навколишнє середовище, який може відбутись в певний час або за певних обставин від планованої діяльності

Додаток Б

ПЕРЕЛІК ВИХІДНИХ ДАНИХ, ЯКІ НАДАЮТЬСЯ ЗАМОВНИКОМ

- Завдання на проектування (завдання на проектування об'єктів виробничого призначення погоджується з територіальними організаціями згідно з ДБН А.2.3-1);
- «Акт вибору майданчика (траси)» або «Акт обстеження майданчика»;
- Рішення виконавчого органу місцевого самоврядування про надання дозволу на будівництво;
- Архітектурно-планувальне завдання на проектування;
- Наявні містобудівні планувальні матеріали, проекти детального планування і забудови, генеральні плани, схеми генерального плану промвузлів (промрайонів) або рішення територіальної організації з нанесенням ділянки, наміченої для проектування;
- Технічні умови на приєднання запроектованого об'єкта до інженерного плану мереж і комунікацій з термінами їх дії не менше нормативної тривалості проектування та будівництва;
- Особливі умови зацікавлених організацій, у тому числі Державної інспекції з енергозбереження;
- Дані про види застосовуваних будівельних конструкцій, імпортне обладнання з показниками енергоефективності, якщо це відомо замовнику;
- Наявні топографічні плани;
- Наявні висновки щодо інженерно-геологічних, гідрологічних та екологічних умов (особливостей) території;
- Наявні матеріали щодо існуючої забудови (обмірювальні креслення, технічні дані) та зелених насаджень;
- Відомості про підземні споруди, підземні та наземні комунікації та їх технічний стан;
- Матеріали інвентаризації, оціночні акти, рішення органів місцевого самоврядування про знесення і характер компенсації за будинки та споруди, зелені насадження, які підлягають знесенню.
- Дані для розроблення рішень з організації будівництва (за необхідності) і складання кошторисної документації;
- Дані про види застосовуваного палива та дозвіл на його використання.
- Для виконання проектних робіт з реконструкції – висновки про результати обстеження будівельних конструкцій, обмірювальні креслення, відомості про послідовність перенесення діючих інженерних мереж та комунікацій.

Для об'єктів виробничого призначення додатково подаються такі матеріали:

– висновки територіальних організацій у будівництві щодо розміщення об'єктів будівництва;
– дані технічних проектів на машини та обладнання з тривалим циклом розроблення, конструювання і виготовлення;
– номенклатура продукції, виробнича та розрахункова програми;
– креслення і технічні характеристики продукції підприємства;
– відомості про імпортне та вітчизняне обладнання або креслення на нетипове та нестандартизоване обладнання з показниками енергое-фективності;
– необхідні дані щодо виконаних науково-дослідних робіт, пов'язаних з утворенням нових технологічних процесів і обладнання;
– дані з інвентаризації існуючих на підприємствах (будинках, спорудах) джерелах забруднення при реконструкції;
– матеріали, одержані від організацій державного нагляду, про стан водойм, атмосферного повітря, ґрунту, геологічні умови, флору, фауну, наявність об'єктів природно-заповідного фонду, їх статус та охоронні зони;
– при забудові площ залягання корисних копалин – дозвіл на забудову, виданий органами місцевого самоврядування.

При реконструкції діючих об'єктів:

– висновки та матеріали, виконані за результатами обстеження діючих виробництв, конструкцій будинків та споруд;
– технологічні планування діючих виробництв (цехів), ділянок зі специфікацією обладнання і відомостями про його стан;
– умови на розміщення інвентарних тимчасових будинків і споруд, підйомно-транспортних машин та механізмів, місць складування будівельних матеріалів тощо;
– переліки існуючих будинків (приміщень) і споруд, підйомно-транспортних засобів підприємства (будинку, споруди), які можуть бути використані в процесі виконання будівельно-монтажних робіт;
– інші необхідні дані.

Примітка. Конкретний перелік вихідних даних, які надаються замовником, визначається при підписанні договору (контракту) на виконання відповідних стадій проектування.

Додаток В

Додаток
до «Вказівок про порядок складання і
видачі початкових даних на проектування нових,
розширення і реконструкцію, технічного переозброєння
виробничих об’єктів хімічної промисловості»

ЕТАЛОН ВИХІДНИХ ДАНИХ НА ПРОЕКТУВАННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

____
(найменування посади)

____
(підпис, ПІБ)

«___»____________20__ р.

ВИХІДНІ ДАНІ

на проектування____
(найменування, потужність виробництва)

____
(найменування промислового об’єднання)

____
(найменування провідної науково-дослідної організації)

Розділ 1. Підстава для розробки технології виробництва

____

(вказується номер і дата замовлення-наряду)

Розділ 2. Загальні відомості про технологію

2.1. Найменування технологічних процесів (методів) – аналогів, з якими порівнюються рекомендовані процеси (методи) і їх техніко-економічні та інші показники (вказуються кращі вітчизняні і зарубіжні аналоги).

2.2. Характеристика дослідних і напівзаводських установок, на яких відпрацьовані і перевірені закінчені науково-дослідні роботи, відповідно до яких видаються в перерахованих нижче розділах початкові дані на проектування.

Висловлюються результати роботи дослідних і напівзаводських установок, продуктивність, тривалість безперервної роботи, межі коефіцієнта масштабного переходу. Номери державної реєстрації звітів. Звіти, які не пройшли реєстрацію, додаються.

2.3. За наявності даного технологічного процесу в цільових комплексних науково-технічних програмах, програмах робіт за рішенням науково-технічних проблем і планах щодо створення і впровадженню нової техніки указується їх найменування, номер програми і завдання.

Розділ 3. Техніко-економічне обґрунтування рекомендованого методу виробництва. Перспективи виробництва і споживання

3.1. Потреба в товарній продукції на перспективу з обліком реалізації попутних продуктів, одержаних від переробки відходів.

3.2. Забезпеченість виробництва продукції сировиною і матеріалами необхідної якості.

3.3. Ефективність впровадження рекомендованої технології виробництва або продукції.

3.4. Техніко-економічні показники рекомендованої технології порівняно з кращими вітчизняними і зарубіжними аналогами.

Розділ 4. Патентний формуляр

4.1. Патентний формуляр за встановленою формою, що визначає патентну чистоту технологічного процесу, устаткування та ін., технічний звіт про патентні дослідження і перелік використаних і рекомендованих до використання при проектуванні винаходів.

Розділ 5. Нормативно-технічна документація на сировину, допоміжні матеріали і готову продукцію

5.1. Карта технічного рівня і якості готової продукції.

5.2. Найменування і номери ДСТУ, ГСТ, ТУ і інших нормативних документів, умови упаковки, транспортування і зберігання, які регламентують якість початкової сировини, допоміжних матеріалів (каталізаторів, сорбен-

тів, присадок і т. п.) і товарної продукції з вказівкою пайового випуску по марками і сортами.

5.3. Особливі вимоги до технологічної води, стислого повітря, азоту, інертних газів, що входять у безпосередній контакт з продуктами виробництва, не передбачені в нормативно-технічній документації (НТД) на ці речовини або що перевершують відповідні показники технічних вимог і методи доведення цих речовин до необхідної кондиції.

5.4. Рекомендовані параметри теплоносіїв і холодоагентів.

Розділ 6. Фізико-хімічні і теплофізичні властивості початкових, проміжних, побічних, кінцевих продуктів і відходів виробництва

6.1. Фізико-хімічні константи і теплофізичні властивості початкових, проміжних, побічних, кінцевих продуктів, реакційних мас, сумішей і відходів виробництва в робочих діапазонах температур і тиску (температури плавлення, кипіння, розм'якшення, теплоти фазових переходів, теплоємність, теплопровідність, в'язкість, розчинність у воді і інших середовищах, пружність пари, щільність, діелектрична проникність, коефіцієнт об'ємного розширення, поверхневий натяг, здатність утворювати азеотропні міси та ін.).

6.2. Коефіцієнти дифузії, коефіцієнти відносної летючості в сумішах, що розділяються ректифікацією, коефіцієнти Генрі для газів, які розділяються абсорбцією, коефіцієнти розподілу для екстракційних процесів і рідин, що розшаровуються, або (натомість вказаних коефіцієнтів) відповідні рівноважні концентрації в співіснуючих фазах.

6.3. Для твердих і смолоподібних (в'язких) продуктів наводяться відомості щодо: здібності до налипання і злежується, змочування, змерзання, гігроскопічності; абразивних властивостей, насипної ваги і щільності, гранулометричного складу, схильності до розкладання. самозаймання, можливості транспортування пневмотранспортом (з зазначенням транспортуючого агента) або у вигляді суспензій (емульсій) по трубопроводах; транспортування у вигляді розплаву і способом відведення статичної електрики.

Розділ 7. Хімізм, фізико-хімічні основи технологічних процесів, зокрема по переробці відходів виробництва

7.1. Хімізм процесу за стадіями.

7.2. Теплові ефекти хімічних реакцій і фізичних процесів.

7.3. Кінетичні рівняння основних і побічних реакцій.

7.4. Ступені конверсії і виходу за стадіями процесу.

7.5. Вплив гідродинамічних умов проведення кожного реакційного процесу на його основні показники.

Розділ 8. Опис принципової технологічної схеми виробництва

8.1. Принципова технологічна схема виробництва.

Технологічна схема повинна містити всі технологічно необхідні апарати і машини з даними знімання продукції з одиниці устаткування за всіма основними і допоміжними стадіями, зокрема вузлах приготування і регене-

рації каталізаторів і допоміжних матеріалів, очищення і знешкодження відходів виробництва, стічних вод і газових викидів, переробки відходів, механізації завантаження реагентів та ін.

На технологічній схемі вказуються:

– рекомендовані параметри теплоносія або охолоджувального агента на вході в кожен теплообмінний апарат;

– схема регулювання найважливіших параметрів процесу із зазначенням основної запірної і регулюючої арматури.

8.2. Таблиця матеріального балансу на 1 т кожного готового продукту або на одну операцію проводиться прямо на технологічній схемі внизу в такому вигляді:

Компонент	Номер потоку			
	кг/т	%, мас	нм^3/т	%, об.
А				
Б				
В				
Г				
Загалом		100		100

$°C_{max}$ P_{max}

Таким чином, для кожного потоку указується його склад, витрата в кг/т і нм3/т. Номери потоків проставляються на технологічній схемі.

8.3. Опис технологічної схеми із зазначенням робочих технологічних параметрів і діапазонів їх коливань. Особливо наголошуються умови утворення осаду, продуктів осмолення, піни, методи запобігання їх утворення і видалення.

8.4. Таблиця теоретичних витратних коефіцієнтів матеріальних і енергетичних ресурсів н витратних коефіцієнтів (але без урахування механічних) втрат порівняно з аналогами і нормативами.

8.5. Рекомендації по зниженню енерговитрат і використанню вторинних енергоресурсів.

Розділ 9. Математичний опис апаратів і процесу

9.1. Математичні моделі і програми для ЕОМ, що дозволяють виконувати розрахунки стадій і процесу в цілому, а також апаратурно-технологічні розрахунки для підбору загального устаткування. Рівняння і програми для ЕОМ для розрахунку фазових рівноваг, хімічних реакцій, фізико-хімічних властивостей речовин і сумішей. Розрахункові методики і дані для розрахунку кінетики процесів.

Рекомендації щодо вибору критеріїв оптимізації процесів.

9.2. Рівняння для розрахунку масообмінних процесів (оригінальні).

Розділ 10. Дані для розрахунку і вибору основного промислового технологічного устаткування

10. Рекомендації і вимоги для розрахунку і вибору устаткування і коефіцієнти заповнення реакційних апаратів.

10.1.1. Для реакційних процесів: знімання з одиниці реакційного об'єму або з одиниці об'єму (ваги) каталізатора, час контакту реагуючих речовин, об'ємні і лінійні швидкості, величини опору шару каталізатора в рекомендованих умовах процесу, рекомендації щодо характеру перемішування реакційних середовищ, тип перемішуючого пристрою, інтенсивність перемішування.

10.1.2. Для процесів розділення, змішування, подрібнення, дозування: рекомендації з вибору відповідного устаткування і експериментально встановленої питомої продуктивності, тип фільтруючої тканини, способи регенерації.

10.2. Рекомендації перевірені на реальних середовищах щодо вибору конструкційних, корозійностійких і захисних матеріалів, зокрема неметалічних, для основного технологічного устаткування, трубопроводів, арматури, захисту будівельних конструкцій. Рекомендації щодо матеріалів, прокладок, зокрема з урахуванням перехідних режимів.

10.3. Технічні проекти на виготовлення нових машин і устаткування в порядку, встановленому п. 8.

10.4. Рекомендації щодо типу тарілок (насадки), ККД, тарілок, еквівалентних висоті насадки, числу теоретичних тарілок, опору тарілок або насадки.

10.5. До видачі початкових даних рекомендації по вибору технологічного устаткування повинні бути узгоджені з науково-дослідними організаціями по переліку, наведеному в додатку до цього еталону, з представленням відповідних документів.

Розділ 11. Рекомендації щодо автоматизації і механізації виробництва

11.1. Рекомендації щодо механізації і автоматизації вузлів завантаження, дозування, розфасовки, затарювання, транспортування і складування сировини, допоміжних матеріалів і готової продукції.

11.2. Принципові рішення щодо автоматизації окремих вузлів і апаратів. Рекомендовані параметри контролю і схеми автоматичного регулювання. Допустимі погрішності контролю до схеми автоматичного регулювання. Допустимі погрішності контролю і регулювання і рекомендовані технічні засоби.

11.3. Перелік крапок і параметрів, контрольованих із застосуванням автоматичних аналізаторів на потоці із зазначенням технічних засобів для виконання аналізів. Рекомендації із застосування автоматичних пробовідбірниках.

11.4. Рекомендації і обґрунтування щодо застосування автоматичних систем управління технологічними процесами (АСУТП) і засобів, обчислювальної техніки. Технічні засоби; алгоритм управління процесом, алгоритми пуску, нормальної і аварійної зупинки процесів.

11.5. Рекомендації щодо блокування.

Розділ 12. Аналітичний контроль виробництва

12.1. Карта аналітичного контролю виробництва, що містить вказівки про місце відбору проби, періодичність виконання аналізу, контрольований параметр і нормовані межі його зміни, використовуваної методики-аналізу, тривалість виконання аналізу і його виконавці.

12.2. Рекомендації щодо вибору пристроїв для відбору проб.

12.3. Трудовитрати (у годинах/за денну зміну і добу) на забезпечення аналітичного контролю виробництва, зокрема щодо хімічних і інструментальних методів аналізу.

12.4. Перелік спеціального лабораторного устаткування з вказівкою марок. Особлива вимога (якщо такі є) для проектування лабораторного приміщення.

Розділ 13. Охорона навколишнього середовища, утилізація відходів виробництва

13.1. Таблиця неутилізованих відходів виробництва, забруднених стічних вод і газових викидів, містить:

– місце виведення технологічної системи відходів, стічних вод і газових викидів;
– кількість (середнє, мінімальне і максимальне) на одну тонну готового продукту або за операцію;
– склад;
– агрегатний стан (для відходів);
– параметри витоку (температура, тиск);
– куди прямує;
– запропоновані методи утилізації або знешкодження.

13.2. Технологія первинного (локальної) очищення хімічно і механічно забруднених стічних вод, зокрема від обробки технологічної тари і технологічного устаткування, що забезпечує можливість їх повторного використання або напряму на центральну станцію біологічного очищення (для нових продуктів, що не випускаються виробництвом). Параметри процесу очищення. Хімізм процесу. Рекомендації по переробці або утилізації опадів. Склад очищених стоків.

13.3. Технологія знешкодження газових викидів. Хімізм процесу. Склад очищених абгазів. Рекомендації щодо використання, утилізації та знешкодження використаних реагентів. Для термознезараження – склад, токсичність, корозійні властивості продуктів згорання. Технологічні режими. Склад очищених газів, що викидаються в атмосферу, з урахуванням фону.

13.4. Рекомендації щодо утилізації або знешкодженню відходів виробництва. Хімізм процесу. Для термознезараження – склад, токсичність, корозійні властивості продуктів згорання. Технологічні режими.

13.5. Методи контролю змісту шкідливих початкових, проміжних і кінцевих продуктів у повітрі виробничих приміщень, в атмосфері і у воді водоймищ санітарно-побутового використання.

Розділ 14. Заходи щодо техніки безпеки, промсанітарії і протипожежної профілактиці

14.1. Перелік найбільш небезпечних місць у технологічній схемі при відхиленнях від нормального технологічного режиму.

Указується детально, які ситуації можуть створюватися при відхиленнях (і яких відхиленнях) від рекомендованих параметрів процесу на кожній стадії, вузлі.

Профілактика і заходи у разі виникнення таких відхилень.

14.2. Можливі джерела виділення шкідливих речовин; рекомендації щодо забезпеченню герметичності устаткування; методи уловлювання шкідливих виділень. Для нових (що не випускаються промисловістю) речовин – методи очищення і дегазації устаткування, трубопроводів будівельних конструкцій.

14.3. Для нових продуктів, що не випускаються промисловістю, рекомендації за способами дегазації, прання і частоти відповідної обробки спецодягу, – кількості і типу миючих засобів, щодо очищення стічних вод після обробки спецодягу. Рекомендації щодо способів і засобів знешкодження будівельних конструкцій і устаткування з вказівкою використання або знешкодження відходів після дегазації.

14.4.. Гранично допустимі концентрації (або ОБРВ) початкових, проміжних і кінцевих продуктів і методи їх контролю (методика аналізу).

14.5. Способи знешкодження нових (що не випускаються промисловістю) токсичних, вибухо- та пожежонебезпечних речовин у разі аварій і розливів.

14.6. Токсикологічна характеристика для нових речовин, що не випускаються промисловістю:

– відомості про характер дії на організм людини;
– заходи щодо надання першої долікарської допомоги потерпілому стосовно кожної речовини окремо;
– засоби, якими слід оснастити виробництво для самодопомоги (раковини, спеціальні душі та ін.);
– відношення продуктів до класу небезпеки по санітарних нормах;
– рекомендації щодо індивідуальних засобів захисту тих, що працюють і методів їх дегазації (очищення).

14.7. Пожежо-, вибухонебезпечні і пірофорні властивості речовин, що зустрічаються у виробництві: межі вибуху, схильність до самозаймання, максимальний тиск вибуху, мінімальна енергія запалення, швидкість наростання вибуху; вказані величини повинні бути визначені для всіх агрегатних станів речовин, а також сумішей, що зустрічаються у виробництві. Рекомендації щодо застосування вибухопригнічуючих пристроїв. Категорії і групи вживаних вибухонебезпечних речовин.

14.8. Допустимий вміст кисню, інших окислювачів, вологи в транспортуючому газі. Заходи щодо попередження утворення вибухонебезпечних сумішей в устаткуванні, трубопроводах при всіх режимах роботи, пусках і зупинках устаткування.

14.9. При виробництві нових продуктів рекомендації за тривалістю робочого дня залежно від ступеня шкідливості умов праці. Допустимість праці жінок. Рекомендації щодо медичного обстеження трудящих. Наявність особливо шкідливих процесів, де що працює персонал, якому повинна бути надана додаткова відпустка і спеціальне харчування.

14.10. Рекомендації щодо безпечних методів і точках відбору проб.

14.11. Рекомендації щодо порядку пуску виробництва, нормальної і аварійної його зупинки.

14.12. Найбільш небезпечні місця технологічної схеми з точки зору можливого виникнення пожежі і вибуху. Наявність місць у виробництві, де необхідно передбачити пристрій автоматичного пожежогасіння.

14.13. Місця можливих джерел шуму і вібрацій з технологічних причин і рекомендації з їх усунення або зниження допустимих норм.

14.14. Рекомендації щодо захисту від накопичення і розрядів статистичної електрики за речовинами, не відбитими у довідковій і нормативній літературі (для присутніх вказується джерело).

Примітка. Фізико-хімічні константи, токсикологічні і вибухонебезпечні характеристики наводять у разі відсутності їх у довідковій літературі: для присутніх вказується джерело.

Директор
головної науково-дослідної організації ____________________ (ПІБ, підпис)

Головний хімік
головної науково-дослідної організації ____________________ (ПІБ, підпис)

Провідний розробник технології виробництва ____________________ (ПІБ, підпис)

Додаток Г

СКЛАД ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО ОБГРУНТУВАННЯ (ТЕО), ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗРАХУНКУ (ТЕР)

ТЕО, ТЕР складається, як правило, з таких розділів:

1. Вихідні положення, в яких відображається технічна можливість та економічна доцільність нового будівництва або реконструкції об'єктів виробничого призначення.
2. Обгрунтування проектної потужності об'єкта, передбачуваного асортименту продукції, запланованої до випуску, а також способи її збуту.
3. Обгрунтування чисельності нових або додаткових робочих місць виробничого персоналу.
4. Дані про наявність сировинної бази, про забезпечення основними матеріалами, енергоресурсами, напівфабрикатами, трудовими ресурсами з обгрунтуванням можливості їх використання або одержання.
5. Обгрунтування розміщення об'єкта та вибір майданчиків для будівництва.
6. Дані інженерних вишукувань.
7. Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС).
8. Схеми генплану та транспорту.
9. Основні рішення з інженерної підготовки території і захисту об'єкта від небезпечних природних чи техногенних факторів.
10. Основні технологічні, будівельні та архітектурно-планувальні рішення.
11. Основні рішення та показники з енергоефективності, порівняння варіантів, облік і використання вторинних та поновлюваних ресурсів з охорони праці.
12. Можливі терміни будівництва.
13. Основні положення з організації будівництва.
14. Заходи щодо технічного захисту інформації.
15. Основні рішення з санітарно-побутового обслуговування працюючих.
16. Основні рішення з вибухопожежної безпеки виробництва.
17. Ідентифікація та декларація безпеки об'єктів підвищеної небезпечності (закон № 2245-ІІІ).
18. Техніко-економічні показники.
19. Завдання на проектування.
20. Обгрунтування ефективності інвестицій.
21. Висновки та пропозиції.

Кошторисна документація

Зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва з об'єктними та локальними кошторисними розрахунками виконується відповідно до вимог державних будівельних норм ДБН Д.1.1-1, які встановлюють основні правила визначення вартості нового будівництва, реконструкції підприємств, будівель і споруд і носять обов'язковий характер при визначенні вартості об'єктів, будівництво яких здійснюється із залученням бюджетних коштів або коштів підприємств, установ і організацій державної власності. Щодо об'єктів, будівництво яких здійснюється за рахунок інших джерел фінансування, ці правила носять рекомендаційний характер і їх застосування обумовлюється контрактом.

Склад ТЕО (ТЕР) може бути доповнений чи скорочений (за винятком матеріалів ОВНС) за рішенням замовника або за погодженням з ним.

Матеріали ОВНС можуть бути скорочені у разі окремого проектування об'єкта, який сам є об'єктом охорони навколишнього середовища за умови попереднього погодження з органами нагляду за екологічною безпекою.

Якщо ТЕО (ТЕР) розробляється у декількох варіантах, то розділ ОВНС виконується після погодження замовником варіанта з коригуванням остаточного розрахунку кошторису.

Додаток Д

ПОГОДЖЕНО*

м.п.________________________________

(орган місцевого самоврядування, посада, ініціали, прізвище керівника, дата)

ЗАЯВА ПРО НАМІРИ

1. Інвестор (замовник)____

Поштова і електронна адреса____

2. Місце розташування майданчиків (трас) будівництва (варіанти)__________

____

3. Характеристика діяльності (об'єкта)_____________________________________

(*орієнтовно за об'єктами-аналогами, належність*

____

до об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку, наявність транскордонного впливу)

Технічні і технологічні дані ____

(види та обсяги продукції, що виробляється, термін експлуатації)

____

4. Соціально-економічна необхідність планованої діяльності ______________

____

____

5. Потреба в ресурсах при будівництві і експлуатації:

земельних ____

(площа земель, що вилучаються в тимчасове і постійне користування, вид використання)

сировинних ____

(види, обсяги, місце розробки і видобутку, джерела одержання)

енергетичних (паливо, електроенергія, тепло)________________________

(види, обсяги, джерела)

водних ____

(обсяги, необхідна якість, джерела водозабезпечення)

трудових____

6. Транспортне забезпечення (при будівництві й експлуатації) _____________

____

7. Екологічні та інші обмеження планованої діяльності за варіантами ______

____

8. Необхідна еколого-інженерна підготовка і захист території за варіантами

____

9. Можливі впливи планованої діяльності (при будівництві й експлуатації) на навколишнє середовище:

клімат і мікроклімат____

повітряне____

водне____

грунт____

рослинний і тваринний світ, заповідні об’єкти ______________________

навколишнє соціальне середовище (населення)______________________

навколишнє техногенне середовище________________________________

10. Відходи виробництва і можливість їх повторного використання, утилізації, знешкодження або безпечного захоронення ______________________________

11. Обсяг виконання ОВНС____

12. Участь громадськості____

(адреса, телефон і час ознайомлення з матеріалами проекту і ОВНС, подачі пропозицій)

Замовник ______________ Генпроектувальник _________________

* ***Примітка.*** Для об’єктів, наведених у додатку Ж, необхідне додаткове узгодження з органами державного екологічного та санітарного нагляду.

Додаток Е

ПОГОДЖЕНО

м.п. ________________________

(назва організації-виконавця, посада ініціали, прізвище керівника, дата)

ЗАТВЕРДЖЕНО

м.п.________________________

(назва організації-замовника, посада, ініціали, прізвище керівника, дата)

ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ОВНС

Назва об’єкта

____

Генеральнийпроектувальник

____

Перелік співвиконавців

____
____
____

Характер будівництва

____

(нове будівництво, реконструкція, розширення, технічне переоснащення та ін.)

Місцезнаходження

____

(адміністративне положення, межі території майданчика (траси) будівництва

____

та їхніх варіантів)

____

Стадія проектування

____

Перелік джерел впливів

____

Перелік очікуваних негативних впливів ______________________________

____

Перелік компонентів навколишнього середовища, на які оцінюються впливи

____
____
____

Вимоги до обсягу та етапів проведення ОВНС

____

____

Вимоги до участі громадськості

____

____

Додаткові вимоги*

____

____

Порядок проведення і терміни підготовки матеріалів ОВНС

____

____

До завдання на розроблення матеріалів ОВНС додаються Заява про наміри, генплан і ситуаційна схема району розміщення планованої діяльності.

Замовник _______________ Генпроектувальник _________________

* ***Примітка.*** Для об’єктів, наведених у додатку Ж, додатковою вимогою може бути складання Програми виконання ОВНС.

Додаток Ж

ПЕРЕЛІК ВИДІВ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ОБ'ЄКТІВ, ЩО СТАНОВЛЯТЬ ПІДВИЩЕНУ ЕКОЛОГІЧНУ НЕБЕЗПЕКУ*

(відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 27 липня 1995р. № 554 зі змінами від 14.02.2001 р. NQ 142)

1. Атомна енергетика і промисловість (у тому числі видобуток і збагачення руди, виготовлення тепловиділяючих елементів для атомних електростанцій, регенерація відпрацьованого ядерного палива чи збереження, утилізація радіоактивних відходів).
2. Біохімічне, біотехнічне і фармацевтичне виробництво.
3. Збір, обробка, зберігання, поховання, знешкодження і утилізація всіх видів промислових і побутових відходів.
4. Видобування нафти, нафтохімія і нафтопереробка (включаючи всі види продуктопроводів), нафтобази, автозаправні станції.
5. Видобування і переробка природного газу, будівництво газосховищ.
6. Хімічна промисловість (включаючи виробництво засобів захисту рослин, стимуляторів їх росту, мінеральних добрив), текстильне виробництво (з фарбуванням тканин і обробкою їх іншими хімічними засобами).
7. Металургія (чорна і кольорова).
8. Вугільна, гірничовидобувна промисловість, видобування і переробка торфу, сапропелю.
9. Виробництво, зберігання, утилізація і знищення боєприпасів усіх видів, вибухових речовин і ракетного палива.
10. Виробництво електроенергії і тепла на базі органічного палива.
11. Промисловість будівельних матеріалів (виробництво цементу, асфальтобетону, азбесту, скла).
12. Целюлозно-паперова промисловість.
13. Деревообробна промисловість (хімічна переробка деревини, виробництво деревностружкових і деревноволокнистих плит тощо з використанням синтетичних смол, консервування деревини просочуванням).
14. Машинобудування і металообробка (з литтям із чавуну, сталі, кольорових металів і хімічною обробкою).
15. Будівництво гідроенергетичних і гідротехнічних споруд і меліоративних систем, включаючи хвостосховища і шламонакопичувачі.
16. Будівництво аеропортів, залізничних вузлів і вокзалів, автовокзалів, річкових і морських портів, залізничних і автомобільних магістралей, метрополітенів.
17. Тваринництво (тваринницькі комплекси продуктивністю понад 5000 голів і птахофабрики).
18. Виробництво харчових продуктів (м'ясокомбінати, молокозаводи, цукрозаводи, спиртозаводи

19. Обробка продуктів і переробка відходів тваринного походження (переробка шкіри, виготовлення клею і технічного желатину, утильзаводи).

20. Будівництво каналізаційних систем і очисних споруд.

21. Будівництво водозаборів поверхневих і підземних вод для централізованих систем водопостачання населених пунктів, водозабезпечення меліоративних систем, окремих промислових підприємств; будівництво водозаборів мінеральних вод.

22. Об'єкти, що викликають транскордонний вплив, які обумовлені міжнародними конвенціями і директивами.

* ***Примітка.*** А також крім зазначених Постановою Кабінету Міністрів України видів діяльності й об'єктів, всі виробництва і об'єкти I, II та III класу небезпеки за санітарною класифікацією підприємств, виробництв та споруд відповідно до "Державних санітарних правил об'єктів планування та забудови населених пунктів".

Додаток 3

ПЕРЕЛІК
об'єктів, при проектуванні яких необхідно отримувати вихідні дані та завдання на розроблення інженерно-технічних заходів цивільного захисту(цивільної оборони)

1. Об'єкти, що можуть спричинити виникнення надзвичайної ситуації техногенного і природного характеру та вплинути на стан захисту населення і територій, перелік яких затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 29 серпня 2008 р. № 767.

2. Об'єкти національної економіки, що забезпечують стійке функціонування держави в умовах надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і на особливий період:

– пункти управління керівництва держави, центральних і місцевих органів виконавчої влади;

– об'єкти газопостачання (об'єкти видобування, зберігання (газосховища), переробки, транспортування та розподілу природного, скрапленого газу, зокрема газозаправні станції та пункти зрідженого і скрапленого газу, газонаповнювальні станції та пункти, склади газу та газопродуктів);

– об'єкти водопостачання та водовідведення (зокрема об'єкти знезараження, підготовки, очищення, зберігання питної води та знезараження і очищення каналізаційних стоків у системах очисних споруд);

– об'єкти електропостачання (об'єкти виробництва, транспортування та розподілу електроенергії, у тому числі повітряні лінії електропередачі потужністю понад 110 кВ);

– об'єкти електрозв'язку, проводового та радіомовлення і телебачення;

– об'єкти повітряного транспорту (аеропорти та аеродроми, центри управління повітряним рухом);

– об'єкти морського та річкового транспорту (порти, судноремонтні заводи та бази, об'єкти роботи із вантажами, пункти управління рухом);

– об'єкти залізничного транспорту (залізничні вузли та станції (сортувальні, вантажні), ремонтні заводи та депо, пасажирські вокзали при кількості пасажирів 1500 та більше на добу, пункти управління залізничним рухом);

– об'єкти метрополітену (лінійні ділянки, депо та станції, пункти управління рухом);

– об'єкти автомобільного транспорту (пасажирські автовокзали при кількості пасажирів 1500 та більше на добу, автомобільні заправні станції та комплекси);

– інші об'єкти національної економіки, які належать (або підлягають віднесенню на етапі проектування) до відповідної категорії з цивільного захисту (цивільної оборони), відповідно до вимог постанови Кабінету Міністрів України від 26.12.2003 р. № 2038 (дск).

3. Споруди підземного простору населених пунктів, які планується використовувати для укриття населення:

– автодорожні магістральні, міські, пішохідні тунелі;

– камери (транспортні, з'їздів, підземні переходи між станціями, склади тощо);

– споруди котлованного типу (автостоянки, паркінги, гаражі, підземні торговельні центри,підприємства громадського харчування, магазини тощо).

4. Об'єкти, будівництво яких планується на території, що розташована у небезпечних зонах, визначених ДБН В. 1.2-4. – 2006 «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту».

Додаток И

ЗАКОНИ ТА КОДЕКСИ УКРАЇНИ, МІЖНАРОДНІ КОНВЕНЦІЇ ТА УГОДИ, ЯКІ РАТИФІКОВАНІ УКРАЇНОЮ, ЩОДО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Закони України:

Про охорону навколишнього середовища	№ 1264	від 25.06.1991 р.
Про охорону атмосферного повітря	№ 2707	від 16.10.1992 р.
Про охорону земель	№ 0962	від 19.06.2003 р.
Про природно-заповідний фонд України	№ 2456	від 16.06.1992 р.
Про рослинний світ	№ 0591	від 09.04.1999 р.
Про тваринний світ	№ 3041;	від 03.03.1993 р.
	№ 2894	від 13.12.2001 р.
Про екологічну експертизу	№ 0045	від 09.02.1995 р.
Про захист рослин	№ 0180	від 14.10.1998 р.
Про зону надзвичайної екологічної ситуації	№ 1908	від 13.07.2000 р.
Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки	№ 1989	від 21.09.2000 р.

Кодекси України:

Господарський кодекс України	№ 436-IV	від 16.01.2003 р.
Земельний кодекс України	№ 2768-14	від 25.10.2001 р.
Водний кодекс України	№ 213/95	від 06.06.1995 р.
Повітряний кодекс України	№ 3167-12	від 04.05.1993 р.
Кодекс України про надра	№ 132/94	від 27.07.1994 р.
Лісовий кодекс України	№ 3852-12	від 21.01.1994 р.

Міжнародні конвенції та угоди:

Конвенція про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі	№ 436/96	від 29.10.1996 р.
Конвенція про біологічне різноманіття	№ 257/94	від 29.11.1994 р.
Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення,головним чином як середовища існування водоплавних птахів	№ 437/96	від 29.10.1996 р.
Конвенція про приєднання озер	№ 801-14	від 01.07.1999 р.
Рамкова конвенція Організації Об’єднаних Націй про зміну клімату	№ 435/96	від 29.10.1996 р.
Картахенський протокол про біобезпеку до Конвенції про біологічне різноманіття	№ 152-IV	від 12.09.2002 р.

СОЦІАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Закони України:

Основи законодавства України про охорону здоров'я	№ 2801	від 19.11.1992 р.
Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення	№ 4004	від 24.02.1994 р.
Про місцеве самоврядування в Україні	№ 280/97	від 21.05.1997 р.
Про об'єднання громадян	№ 2460-12	від 16.06.1992 р.
Про власність	№ 0697	від 07.02.1991 р.
Про підприємництво	№ 0698	від 07.02.1991 р.
Про звернення громадян	№ 393/96	від 02.10.1996 р.
Про інформацію	№ 2657	від 02.10.1992 р.
Про державну таємницю	№ 3855-12	від 21.01.1994 р.

Міжнародні конвенції та угоди:

Конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля	№ 832-12	від 06.07.1999 р.

ТЕХНОГЕННЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Закони України:

Про основи містобудування	№ 2780	від 16.11.1992 р.
Про землеустрій	№ 0858	від 22.05.2003 р.
Про використання земель оборони	№ 1345	від 27.11.2003 р.
Про меліорацію земель	№ 1389	від 14.01.2000 р.
Про пестициди і агрохімікати	№ 0086	від 02.03.1995 р.
Про відходи	№ 0187	від 05.03.1998 р.
Про металобрухт	№ 0619-XIV	від 05.05.1999 р.
Про об'єкти підвищеної небезпеки	№ 2245	від 18.01.2001 р.
Про пожежну безпеку	№ 3745	від 17.12.1993 р.
Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру	№ 1809-III	від 08.06.2000 р.
Про використання ядерної енергії та радіаційну Безпеку	№ 0039	від 08.02.1995 р.
Про поводження з радіоактивними відходами	№ 0255	від 30.06.1995 р.
Про Загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами	№ 1947	від 14.09.2000 р.
Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції	№ 1393	від 14.01.2000 р.
Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо відходів	№ 3073	від 07.03.2002 р.

Міжнародні конвенції та угоди:

Конвенція про заборону розробки, виробництва, накопичення, застосування хімічної зброї та про її знищення	№ 187	від 16.10.1996 р.
Угода про співробітництво в галузі вивчення, розвідки і використання мінерально-сировинних ресурсів	№ 38/98	від 16.01.1998 р.
Конвенція про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті	№ 534-14	від 19.03.1999 р.
Конвенція про ядерну безпеку	№ 736/97	від 17.12.1997 р.
Об'єднана конвенція про безпеку поводження з відпрацьованим паливом та про безпеку поводження з радіоактивними відходами	№ 1688-III	від 30.04.2000 р.

Навчальне видання

Цейтлін Мусій Абрамович, **Райко** Валентина Федорівна,
Бойко Тетяна Владиславівна, **Шестопалов** Олексій Валерійович

«Проектування природоохоронних комплексів з використанням САПР»

навчальний посібник
для студентів усіх спеціальностей
вищих технічних закладів

За загальною редакцією проф. Цейтліна М. А.

Роботу до видання рекомендував Н. М. Самойленко

Редактор: М. П. Єфремова

План 2013 р., поз. 95

Підп. до друку 14.06.2014р. Формат 60х84/16. Надруковано на різографі
Gestetner 6123CP. Ум.-друк. арк. 14. Наклад 150 прим. Зам. № 25-14.
Ціна договірна

Видавництво та друкарня "Технологічний Центр"
Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи ДК №4452 від 10.12.2012
Адреса: 61145, м. Харків, вул. Шатилова дача, 4

ДЛЯ НОТАТКІВ